



TUGAS AKHIR - TM 091585

**ANALISA PROSES PEMESINAN DAN BIAYA
PRODUKSI MESIN PRESS PANAS PNEUMATIK
BERBASIS 2 CONTROL RELAY DENGAN
BANTUAN SOFTWARE MATLAB**

R. MUHAMMAD RINALDI ADIPUTRA
NRP 2114 105 020

Dosen Pembimbing
Ir. Sampurno , MT

PROGRAM SARJANA
LABORATORIUM MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016



FINAL PROJECT - TM 091585

**MACHINING PROCESS ANALYSIS AND
PNEUMATIC HEAT PRESS MACHINE
PRODUCTION COSTS BASED ON 2 CONTROL
RELAY WITH HELP OF MATLAB SOFTWARE**

**R. MUHAMMAD RINALDI ADIPUTRA
NRP 2114 105 020**

**Academic Advisor
Ir. Sampurno , MT.**

**BACHELOR DEGREE PROGRAM
MANUFACTUR LABORATORY
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2016**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PROSES PEMESINAN DAN BIAYA PRODUKSI MESIN PRESS PANAS PNEUMATIK BERBASIS 2 CONTROL RELAY DENGAN BANTUAN SOFTWARE MATLAB TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin
Pada
Bidang Studi Manufaktur
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

R. Muhammad Rinaldi Adiputra

NRP : 2114 105 020

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Sampurno, MT
(NIP. 196504041989031002) (Pembimbing)
2. Dr. Ir. Bustanul Arifin Noer, M.Sc
(NIP. 195904301989031001) (Penguji 1)
3. Dinny Harnany, ST, M.Sc.
(NIP. 2100201405001) (Penguji 2)
4. Ari Kurniawan Saputra, ST, MT
(NIP.198604012015041001) (Penguji 3)

SURABAYA 2016

ANALISA PROSES PEMESINAN DAN BIAYA PRODUKSI MESIN PRESS PANAS PNEUMATIK BERBASIS 2 CONTROL RELAY DENGAN BANTUAN SOFTWARE MATLAB

Nama Mahasiswa : R. Muhammad Rinaldi Adiputra
NRP : 2114 105 020
Jurusan : Teknik Mesin
Dosen Pembimbing : Ir. Sampurno, MT

Abstrak

Dalam pembuatan mesin press panas pneumatik perlu diperhatikan waktu proses pemesinan dan biaya produksi yang dikeluarkan untuk membuat mesin press panas pneumatik. Dari proses pemesinan setiap komponennya sampai proses perakitan mesin agar waktu pembuatan cepat dan hasil pengerjaannya bagus dan biayanya dapat dikeluarkan seminimal mungkin untuk memproduksi mesin press panas pneumatik. Untuk memudahkan itu semua digunakan software Matlab GUI untuk membuat aplikasi sehingga perhitungan proses pemesinan dan biaya produksi lebih cepat.

Dalam penelitian ini dibahas mengenai proses pemesinan dan biaya produksi dari mesin press panas pneumatik berbasis 2 Control Relay sehingga dapat dibuat mesin press panas pneumatik yang memiliki waktu proses pemesinan yang optimal dan biaya produksi yang ekonomis. Selanjutnya dilakukan perhitungan pada proses pemesinan dan biaya produksi menggunakan aplikasi dari hasil pemrograman Matlab GUI untuk membantu perhitungan. Mesin press panas pneumatik dibuat dan dirakit dengan rancangan yang sudah ada. Biaya total yang dikeluarkan rendah dan tidak terlampaui jauh dari biaya yang sudah direncanakan. Besarnya harga jual mesin press panas pneumatik dapat ditentukan dengan cara biaya total ditambah pajak dan laba yang diharapkan.

Hasil perhitungan proses pemesinan dan analisa biaya produksi didapat waktu untuk pembuatan komponen pneumatik holder yang melalui proses facemill, endmill, dan drilling adalah sekitar 28,31 menit. Sementara waktu pengerjaan total seluruh

komponen yang terdiri dari top pneumatik holder, sliding plate, base plate, pusher plate, rangka mesin dan lain-lain termasuk perakitan menjadi sekitar 15,17 jam, dan diperoleh harga jualnya sekitar Rp. 9.406.529 yang sudah termasuk pajak dan laba yang diharapkan.

Kata kunci: Proses pemesinan, biaya produksi, press panas, pneumatik, Control Relay, Matlab GUI

MACHINING PROCESS ANALYSIS AND PNEUMATIC HEAT PRESS MACHINE PRODUCTION COSTS BASED ON 2 CONTROL RELAY WITH HELP OF MATLAB SOFTWARE

Name : R. Muhammad Rinaldi Adiputra
NRP : 2114 105 020
Departement : Mechanical Engineering
Lecturer : Ir. Sampurno, MT

Abstract

In the manufacture of pneumatic heat press machine is need to be considered when the machining process and production costs incurred to create a pneumatic heat press machine. Each of the components of the machining process until the process of assembling the engine so that the time of manufacture is quick and good processing and the results can be incurred in minimal costs to manufacture pneumatic heat press machine. To facilitate that all we used Matlab GUI software to create an application so that the calculation of the machining process and production costs more quickly.

In this research discussed the machining process and production costs of pneumatic heat press machine based on 2 Control Relay so that it can be made pneumatic heat press machine that has the optimal machining process time and production costs are economical. Furthermore, the calculations on the machining process and production costs using the applications of the results of Matlab programming GUI to assist calculations. Pneumatic heat press machine made and assembled with the existing designs. The total cost incurred is low and not too far from the planned costs. The amount of the selling price of a pneumatic heat press machine can be determined by the total cost plus tax and profit expected.

The result of the calculation of the machining process and production cost analysis obtained time for manufacturing pneumatic holder components through the facemill, endmill, and drilling process is about 28.31 minutes. While the total processing

time of all components comprising top pneumatic holder, sliding plate, base plate, pusher plate, the machine frame and others including assembly to around 15.17 hours, and obtained the selling price of about Rp. 9,406,529 which includes tax and profit expected.

Kata kunci: Machining Process, Production Cost, Heat Press, pneumatic, Control Relay, Matlab GUI

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II DASAR TEORI..... 5

2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.2 Tinjauan Pustaka.....	5
2.3 Proses Pemesinan.....	6
2.3.1 Berdasarkan Gerak Relatif Pahat.....	7
2.3.2 Berdasarkan Mata Pahat yang digunakan.....	7
2.4 Elemen Dasar Proses Pemesinan.....	8
2.5 Proses Gurdi (<i>drilling</i>).....	9
2.5.1 Proses operasional Mesin Gurdi.....	10
2.5.2 Elemen Proses Gurdi.....	11
2.6 Proses Freis (<i>Miling</i>).....	12
2.6.1 Pengelompokan Mesin Freis.....	13
2.6.2 Jenis Pahat Mesin Freis.....	13
2.6.3 Elemen Dasar Proses Freis.....	16
2.7 Komponen Waktu Produksi.....	17
2.8 Komponen Ongkos Produksi.....	18
2.8.1 Ongkos Total per Produk.....	19
2.9 <i>Break Even Point</i>	20
2.10 Pemrograman Matlab.....	21
2.10.1 Dekstop Matlab.....	21

2.10.2 Bagian Utama Matlab	23
2.10.3 <i>Graphical User Interface (GUI)</i>	25
BAB III METODOLOGI	29
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	29
3.2 Diagram Alir Proses Pemesinan.....	32
3.3 Diagram Alir Proses Produksi.....	34
BAB IV PERHITUNGAN PROSES PEMESINAN DAN BIAYA PRODUKSI.....	37
4.1 Perencanaan Proses Pengerjaan.....	37
4.2 Komponen yang dikerjakan.....	37
4.3 Perhitungan Proses Pemesinan	38
4.3.1 Proses Pembuatan <i>Top Pneumatik Holder</i>	39
4.3.2 Proses Pembuatan <i>Sliding Plate</i>	62
4.3.3 Proses Pembuatan <i>Base Plate</i>	64
4.3.4 Proses Pembuatan <i>Pusher Plate</i>	66
4.3.5 Proses Pembuatan <i>Pneumatik Holder</i>	68
4.3.6 Proses Pembuatan Rangka Mesin.....	71
4.3.7 Proses Pembuatan <i>Top Heater Cover</i>	73
4.3.8 Proses Pembuatan <i>Bottom Heater Cover</i>	74
4.4 Perhitungan Proses & Biaya Produksi.....	75
4.4.1 Waktu Proses Pemesinan.....	75
4.4.2 Waktu Perakitan	80
4.4.3 Waktu Penyelesaian.....	81
4.4.4 Waktu Non Produktif.....	82
4.4.5 Total Waktu Proses Pembuatan Alat	82
4.4.6 Perhitungan Biaya.....	82
4.4.6.1 Biaya Material	83
4.4.6.2 Biaya Bengkel	86
4.4.6.3 Biaya Tak Terduga	87
4.4.6.4 Biaya Total	88
4.5 Biaya Listrik Mesin Press Pneumatik.....	88
4.6 Harga Jual Mesin Press Pneumatik	88
4.6.1 Biaya Promosi.....	88
4.6.2 Laba yang Diharapkan.....	89
4.6.3 Pajak	89
4.7 <i>Break Even Point</i>	90

4.8 Perhitungan Proses Pemesinan dan Biaya Produksi dengan bantuan Software Matlab.....	90
4.9 Evaluasi Proses Pemesinan secara teori dengan aktual	95
4.9.1 Evaluasi Proses Face Milling dan End Milling	95
4.9.2 Evaluasi Proses Drilling	96
4.9.3 Perbandingan Dimensi Teori dan Dimensi Aktual	96
4.9.4 Perbandingan Waktu Pemesinan Software dan Waktu Pemesinan Aktual	98
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	101
5.1 Kesimpulan.....	101
5.2 Saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA.....	103
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Road Map Mesin Press Panas Pneumatik.....	1
Gambar 1.2 Rancangan Bagian Mesin Press Panas Pneumatik ...	2
Gambar 2.1 Proses Gurdi	11
Gambar 2.2 Jenis Pahat pada Mesin Freis.....	13
Gambar 2.3 Jenis Pahat <i>Down Milling</i>	14
Gambar 2.4 Jenis Pahat <i>up Milling</i>	15
Gambar 2.5 Proses Freis Datar dan Freis Tegak	15
Gambar 2.6 Dekstop Matlab	22
Gambar 2.7 Tampilan Awal GUI	25
Gambar 2.8 Tampilan Blank GUI	26
Gambar 2.9 Komponen GUI	27
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	29
Gambar 3.2 Diagram alir proses pemesinan.....	32
Gambar 3.3 Diagram alir proses produksi.....	34
Gambar 4.1 <i>Top Pneumatik Holder</i>	39
Gambar 4.2 Sket <i>Top Pneumatik Holder</i> sebelum proses <i>drilling</i> $\varnothing 7\text{mm}$	40
Gambar 4.3 Sket <i>Top Pneumatik Holder</i> setelah proses <i>drilling</i> $\varnothing 7\text{mm}$	41
Gambar 4.4 Sket <i>Top Pneumatik Holder</i> setelah proses <i>drilling</i> $\varnothing 31\text{mm}$	44
Gambar 4.5 Sket <i>Top Pneumatik Holder</i> setelah freis permukaan atas.....	48
Gambar 4.6 Sket <i>Top Pneumatik Holder</i> setelah freis permukaan bawah	50
Gambar 4.7 Sket <i>Top Pneumatik Holder</i> setelah freis samping bawah	53
Gambar 4.8 Sket <i>Top Pneumatik Holder</i> setelah freis samping atas	55
Gambar 4.9 Sket <i>Top Pneumatik Holder</i> setelah freis samping kiri	57
Gambar 4.10 Sket <i>Top Pneumatik Holder</i> setelah freis samping kanan	60
Gambar 4.11 <i>Sliding Plate</i>	62
Gambar 4.12 Sket 2D <i>Sliding Plate</i>	63
Gambar 4.13 <i>Base Plate</i>	64

Gambar 4.14 Sket 2D <i>Base Plate</i>	65
Gambar 4.15 <i>Pusher Plate</i>	66
Gambar 4.16 Sket 2D <i>Pusher Plate</i>	67
Gambar 4.17 <i>Pneumatik Holder</i>	68
Gambar 4.18 Sket 2D <i>Pneumatik Holder</i>	69
Gambar 4.19 Rangka Mesin.....	71
Gambar 4.20 Sket 2D Rangka Mesin.....	72
Gambar 4.21 Tampilan Aplikasi	91
Gambar 4.22 Tampilan Perhitungan <i>Facing</i> dan Biaya Produksi pada <i>Sliding Plate</i>	92
Gambar 4.23 Tampilan Perhitungan <i>endmill</i> dan biaya produksi pada <i>Sliding Plate</i>	93
Gambar 4.24 Tampilan Perhitungan <i>Drilling</i> dan biaya produksi pada <i>Sliding Plate</i>	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Proses Pemесinan Menurut Gerak Relatif dan Jenis Pahat yang digunakan.....	8
Tabel 4.1 Perhitungan waktu pemotongan untuk <i>Sliding Plate</i> ...	63
Tabel 4.2 Perhitungan waktu pemotongan untuk <i>Base Plate</i>	65
Tabel 4.3 Perhitungan waktu pemotongan untuk <i>Pusher Plate</i> ...	67
Tabel 4.4 Perhitungan waktu pemotongan untuk <i>Pneumatik Holder</i> Bagian I	70
Tabel 4.5 Perhitungan waktu pemotongan untuk <i>Pneumatik Holder</i> Bagian II	70
Tabel 4.6 Perhitungan waktu pemotongan untuk Rangka Mesin Bagian I	73
Tabel 4.7 Perhitungan waktu pemotongan untuk Rangka Mesin Bagian II	73
Tabel 4.8 Perhitungan waktu pemotongan untuk <i>Top Heater Cover</i>	74
Tabel 4.9 Perhitungan waktu pemotongan untuk <i>Bottom Heater Cover</i>	74
Tabel 4.10 Waktu proses pembuatan <i>Top Pneumatik Holder</i>	75
Tabel 4.11 Waktu proses pembuatan <i>Sliding Plate</i>	76
Tabel 4.12 Waktu proses pembuatan <i>Base Plate</i>	77
Tabel 4.13 Waktu proses pembuatan <i>Pusher Plate</i>	77
Tabel 4.14 Waktu proses pembuatan <i>Pneumatik Holder</i>	78
Tabel 4.15 Waktu proses pembuatan Rangka Mesin	79
Tabel 4.16 Waktu proses pembuatan <i>Top Heater Cover</i>	79
Tabel 4.17 Waktu proses pembuatan <i>Bottom Heater Cover</i>	80
Tabel 4.18 Waktu Perakitan	81
Tabel 4.19 Waktu Penyelesaian	81
Tabel 4.20 Biaya material & Komponen Mesin Press Panas Pneumatik berbasis 2 <i>Control Relay</i>	86
Tabel 4.21 Biaya Bengkel	87
Tabel 4.22 Hasil perhitungan software pada <i>sliding plate</i>	95
Tabel 4.23 Perbandingan Dimensi Teori dengan Aktual	97
Tabel 4.24 Perbandingan Waktu pemесinan Teori/Software dengan Aktual	98

BAB I

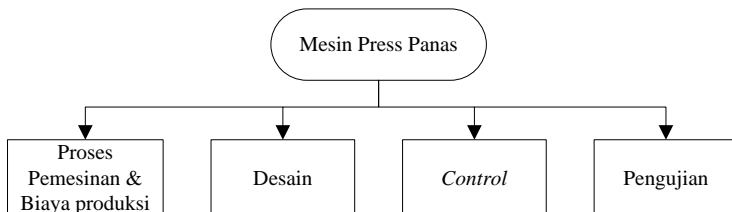
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari – hari kita pastinya sering melihat benda-benda yang dibuat dengan menggunakan mesin press panas seperti hiasan kain, pakaian boneka, wadah kue, dll. Industri ini merupakan peluang bisnis yang cukup menjanjikan, dimana biaya yang digunakan untuk bahan dan pembuatan cukup murah sehingga dapat menekan harga jual produk tersebut.

Selama ini industri produksi yang menggunakan mesin press panas di Indonesia memiliki produk yang kualitasnya kurang bagus dibandingkan dengan produk dari luar negeri. Hal ini disebabkan karena belum adanya mesin press panas yang dapat memproduksi secara massal dengan kualitas yang baik. Oleh karena itu diperlukan usaha untuk meningkatkan kualitas dari industri tersebut.

Pada akhirnya usaha yang diperlukan untuk meningkatkan industri tersebut adalah dengan membuat mesin press panas yang dapat digunakan untuk produksi massal dengan kualitas yang baik. Bila nanti dapat dibuat mesin tersebut didalam negeri, maka dapat dipastikan kualitas produksi akan lebih bagus dan dapat dipastikan biaya produksi akan lebih rendah sehingga dapat diperoleh keuntungan yang lebih besar dan dapat membuat industri tersebut lebih maju dan berkembang. Berikut *road map* mesin press panas bisa dilihat pada gambar 1.1.



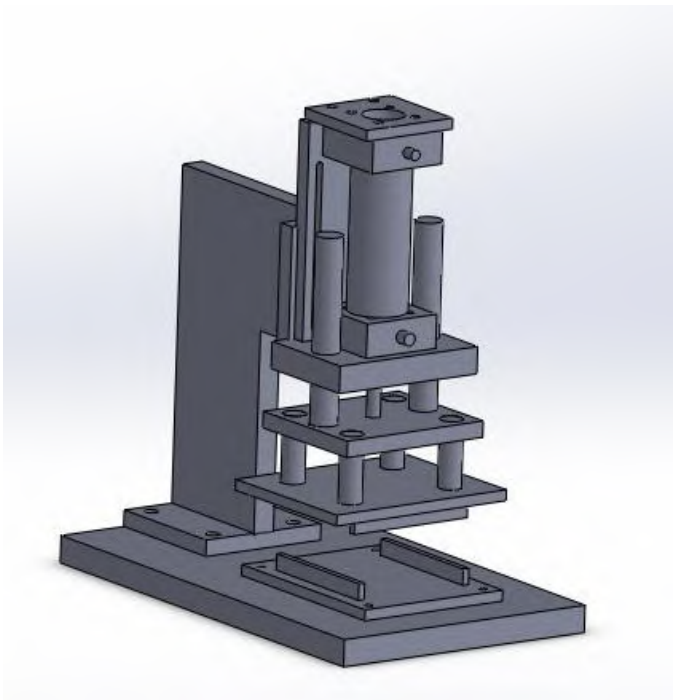
Gambar 1.1 Road Map Mesin Press panas pneumatik

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian singkat dan latar belakang, maka permasalahan yang akan diselesaikan adalah:

1. Bagaimana mengetahui analisa proses pemesinan & biaya pembuatan mesin tersebut.
2. Bagaimana menerapkan software matlab untuk menghitung proses pemesinan & biaya produksi mesin press panas.
3. Bagaimana perbandingan teori dan aktual untuk membandingkan waktu pemesinan dan biayanya.

Berikut gambar dari rancangan mesin press panas dapat dilihat di gambar 1.2.



Gambar 1.2 Rancangan bagian Mesin press panas pneumatik

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui waktu proses pembuatan dan biaya pembuatan mesin press panas pneumatik.
2. Menerapkan software matlab untuk menghitung proses pemesinan & biaya produksi mesin press panas pneumatik.
3. Mengetahui perbandingan teori dan aktual untuk membandingkan waktu pemesinan dan biayanya.

1.4 Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan pembahasan masalah maka diperlukan batasan-batasan terhadap permasalahan yang akan dibuat:

1. Analisa dilakukan pada proses pemesinan dan aspek finansial.
2. Pembahasan difokuskan pada perhitungan waktu yang dibutuhkan proses manufaktur dan perhitungan biaya proses manufaktur.
3. Tidak membahas terlalu rinci perencanaan dan desain mesin.
4. Pembahasan tidak terlalu rinci untuk spesifikasi pemilihan material yang digunakan untuk pembuatan Mesin press panas.
5. Biaya pahat dan listrik tidak dihitung karena sudah termasuk biaya bengkel.
6. Komponen lain yang tidak dilakukan proses pemesinan sudah beli jadi dan dianggap sudah sesuai untuk mesin ini.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari hasil tugas akhir ini adalah :

1. Menghasilkan mesin press panas yang mempunyai kualitas setara dengan produk luar negeri.
2. Memberikan kesempatan bagi industri kecil untuk memproduksi barang menggunakan mesin press panas agar dapat mengembangkan usahanya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah :

- **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bagian ini diuraikan latar belakang, perumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, manfaat tugas akhir dan sistematika penulisan.

- **BAB II DASAR TEORI**

Pada bagian ini diuraikan beberapa landasan teori yang menunjang sebagai dasar mengetahui pembuatan mesin press panas dan komponen-komponen pendukung lainnya.

- **BAB III METODOLOGI**

Pada bagian ini akan diuraikan metodologi, spesifikasi peralatan yang akan dipakai dalam pengujian, cara pengujian, dan data yang diambil.

- **BAB IV PEMBAHASAN**

Pada bagian ini berisi tentang perhitungan proses pemesian yang dialami benda kerja dan perhitungan terhadap waktu dan biaya dari alat tersebut.

- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bagian ini berisi kesimpulan hasil tugas akhir serta saran-saran konstruktif untuk tugas akhir selanjutnya.

- **DAFTAR PUSTAKA**

- **LAMPIRAN**

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Umum

Logam dan paduannya adalah salah satu material teknik yang porsinya paling banyak diperlukan dalam kegunaan teknik. Jika diperhatikan didalam komponen mesin, maka sebagian besar sekitar 80% dan bahkan lebih terbuat dari logam. Selebihnya digunakan material non logam seperti keramik, glass, polimer dan bahkan material maju seperti komposit.

Komponen mesin terbuat dari logam yang beraneka ragam. Logam dibuat dari beberapa proses sebelumnya seperti proses penuangan (*casting*), proses pengolahan bentuk (*metal forming*), dll itu yang menyebabkan terjadinya perubahan bentuk yang beraneka ragam. Karena bentuknya yang beraneka ragam tersebut maka perlu dilakukan proses pemesinan yang bermacam – macam sesuai dengan bidang yang ingin dihasilkan.

2.2 Tinjauan Pustaka

Pada pembuatan alat ini ada beberapa referensi yang diambil untuk mengetahui kekurangan dari alat sebelumnya yang sudah ada dan untuk mengkaji hasil yang diperoleh.

Menurut Raditya Adhi dalam buku tugas akhir yang dibuat pada tahun 2011, menganalisa proses pemesinan pada mesin press panas berbasis PLC. Mesin ini menggunakan *PLC* dan dapat menekan dengan tekanan maksimum adalah 8 bar dengan panas *heater* maksimum adalah 250°C. Mesin ini memiliki kelemahan yaitu hanya dapat menekan bahan yang tipis, dalam penelitiannya mesin ini digunakan untuk menekan daun tiruan dan juga *PLC* yang digunakan biayanya terlalu mahal dan bisa diminimalkan biayanya menggunakan *CR*.

Menurut Nur Nugroho Irianto, dalam buku tugas akhir yang dibuat pada tahun 2010, menganalisa konstruksi dan

kestabilan kontrol pada mesin press panas berbasis *PLC*. Mesin ini memiliki kelemahan yaitu saat pemanasan awal *heater* cenderung lama untuk mencapai panas yang diinginkan. Hal ini terjadi dikarenakan cetakan yang digunakan menggunakan coran yang seharusnya bisa menggunakan aluminium atau kuningan untuk lebih mempercepat pemanasan awal.

Menurut *Febryant Erdhi Nakula dan Arya Mahendra Sakti dalam jurnal rekayasa mesin Unesa yang diterbitkan pada tahun 2014, menganalisa tentang* Mesin press yang didesain untuk menekan dengan 5 bar menggunakan batang silinder berdiameter 1,6 cm. Pembuatan kerangka mesin cetak press panas pneumatik menggunakan besi dengan ukuran tebal 6 mm, panel box berukuran Panjang: 22 cm, Lebar: 16 cm dan Tinggi: 29 cm. Luas matras adalah, panjang: 80 mm, lebar 50 mm dan tebal minimal 16 mm sampai maksimal 95 mm, dengan ketebalan minimal motif 1 mm untuk menekan kain.

2.3 Proses pemesinan

Dalam suatu mesin perkakas akan terjadi kombinasi dari gerak potong dan gerak makan yang akhirnya akan menghasilkan proses perautan. Proses perautan tersebut akan menghasilkan geram, dikatakan kombinasi karena jika hanya terjadi gerak potong atau gerak makan maka proses pemotongan tidak akan menghasilkan geram. Klasifikasi proses pemesinan menurut jenis kombinasi dari gerak makan dan gerak potong yaitu:

- a. Proses bubut (*Turning*)
- b. Proses menggurdi (*Drilling*)
- c. Proses mengefraisi (*Milling*)
- d. Proses menggerinda (*Grinding*)
- e. Proses Menyekrap (*Shaping*)
- f. Proses menggergaji (*Sawing*)

2.3.1 Berdasarkan Gerak Relatif Pahat

Pahat yang bergerak relatif terhadap benda kerja akan menghasilkan geram dan sementara itu permukaan benda kerja secara bertahap akan terbentuk menjadi komponen yang diharapkan.

Gerak relatif pahat terhadap benda kerja dapat dipisahkan menjadi dua gerakan yaitu :

- Gerak potong (*cutting movement*)
Dimana gerak potong adalah gerak yang menghasilkan permukaan baru pada benda kerja.
- Gerak makan (*feeding movement*)
Gerak makan adalah gerak yang menyelesaikan permukaan baru yang telah di potong oleh gerak potong.

2.3.2 Berdasarkan Jumlah Mata Pahat yang digunakan

Pahat yang dipasangkan pada suatu jenis mesin perkakas memiliki mata pahat yang berbeda-beda. Jenis pahat/perkakas potong disesuaikan dengan cara pemotongan dan bentuk akhir dari produk. Adapun pahat dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis pahat yaitu pahat bermata potong tunggal (*single point cutting tools*) dan pahat bermata potong jamak (*multiple point cuttings tools*).

Tabel 2.1 Klasifikasi Proses Permesinan Menurut Gerak Relatif dan Jenis Pahat yang Digunakan

No.	Jenis Mesin	Gerak Potong	Gerak Makan	Jumlah Mata Pahat
1	Mesin Bubut	Benda Kerja (Rotasi)	Pahat (Translasi)	Tunggal
2	Mesin Freis	Pahat (Rotasi)	Benda Kerja (Translasi)	Jamak
3	Mesin Sekrap	Pahat (Translasi)	Benda Kerja (Translasi)	Tunggal
	Sekrap Meja	Benda Kerja (Translasi)	Pahat (Translasi)	Tunggal
4	Mesin Gurdi	Pahat (Translasi)	Pahat (Translasi)	Jamak
5	Gergaji	Pahat (Translasi)	-	Jamak
6	Gerinda	Pahat (Rotasi)	Benda Kerja (Translasi)	Tak Terhingga

Lalu klasifikasi proses pemesinan pada tugas akhir ini yaitu:

- a. Proses Menggurdi (*Drilling*)
- b. Proses Freis (*Milling*)

2.4 Elemen Dasar Proses Pemesinan

Berdasarkan gambar teknik, dimana dinyatakan spesifikasi geometrik suatu produk komponen mesin, salah satu atau beberapa jenis proses pemesinan harus dipilih sebagai suatu proses atau urutan proses yang digunakan untuk membuatnya. Bagi suatu tingkatan proses, ukuran obyektif ditentukan, dan pahat harus membuang sebagian material benda kerja sampai ukuran obyektif tersebut tercapai. Hal ini dapat dilaksanakan

dengan cara menentukan penampang geram (sebelum terpotong). Selain itu, setelah berbagai aspek teknologi ditinjau, kecepatan pembuangan geram dapat dipilih supaya waktu pemotongan sesuai dengan yang dikehendaki.

Untuk itu perlu dipahami lima elemen dasar proses permesinan, yaitu :

1. Kecepatan potong (*cutting speed*) : V_c (m/min)
2. Kecepatan makan (*feeding speed*) : V_f (mm/min)
3. Kedalaman potong (*depth of cut*) : a (mm)
4. Waktu pemotongan (*cutting time*) : t_c (min)
5. Kecepatan penghasiian geram (*rate of metal removal*) : Z (cm³/min)

Elemen proses pemesinan tersebut (V_c , V_f , a , t_c dan Z) dihitung berdasarkan dimensi benda kerja dan pahat serta besaran dari mesin perkakas. Besaran mesin perkakas diatur ada bermacam-macam tergantung pada jenis mesin perkakas. Oleh sebab itu, rumus yang dipakai untuk menghitung setiap elemen proses pemesinan dapat berlainan.

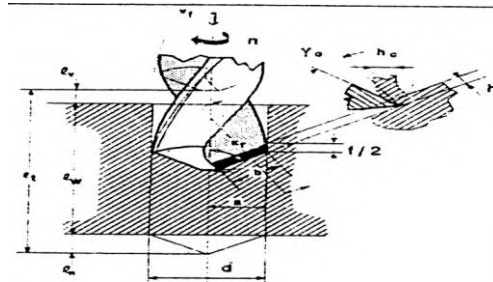
2.5 Proses Gurdi (*drilling*)

Proses gurdi merupakan proses pembuatan lubang pada sebuah objek dengan menekan sebuah gurdi berputar kepadanya. Proses pembuatan lubang ini tidak hanya melalui proses gurdi namun dapat juga dilakukan dengan proses lain seperti mempons, pengelasan, meluaskan lubang, dan lain-lain.

Pahat gurdi mempunyai dua mata potong dan melakukan gerak potong berupa putaran poros utama mesin gurdi. Putaran tersebut dapat dipilih dari beberapa tingkatan putaran yang tersedia pada mesin gurdi, atau ditetapkan sekehendak bila sistim transmisi putaran mesin gurdi merupakan sistim berkesinambungan (*stepless spindle drive*). Gambar dari proses gurdi dapat dilihat pada gambar 2.1.

2.5.1 Proses operasional Mesin Gurdi

1. *Drilling*: Pembuatan lubang, lubang tembus maupun lubang buntu, biasanya berdiameter 0,4-50 mm, apabila kedalaman lubang lebih dari tiga kali diameter pahat drill, maka digolongkan sebagai “*Depth Hole*” yang memerlukan perlakuan khusus.
2. *Boring*: Pembesaran lubang dari proses *drilling* sebelumnya.
3. *Counterbored hole* dibuat dengan diameter pada permukaan benda kerja lebih besar guna penempatan kepala baut atau skrup dengan rata dengan permukaan benda kerja.
4. *Countersinking* dibuat dengan fungsi yang sama untuk sekrup berkepala tirus dibagian bawah.
5. *Spot facing* dibuat untuk posisi kepala baut juga, atau mur akan tetapi posisinya berada pada bagian benda kerja yang miring dan kasar maupun bentuk busur.
6. *Spot drilling* atau *under drilling* dibuat untuk menempatkan posisi untuk memproses pengerjaan berikutnya.
7. *Reaming* dibuat untuk mendapatkan permukaan akhir guna mendapatkan toleransi dan kondisi permukaan yang baik/halus, sedangkan tapping berfungsi untuk membuat ulir dalam.
8. Pemotongan Toleransi merupakan kombinasi dari berbagai macam pemotongan diatas, seperti drill dan countersinking.



Gambar 2.1 Proses Gurdi

Benda kerja :

l_w = panjang pemotongan benda kerja; mm

Pahat gurdi :

d = diameter gurdi ; mm

K_r = sudut potong utama
= $1/2$ sudut ujung (*point angle*)

Mesin gurdi :

n = putaran poros utama ; (r)/min

V_f = kecepatan makan ; mm/min

2.5.2 Elemen dasar Proses Gurdi

Elemen dasar dapat dihitung dengan rumus berikut :

1. Kecepatan potong :

$$V_C = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad ; \text{ m/min} \dots \dots \dots (2.1)$$

2. Gerak makan permata potong:

$$f_z = \frac{V_f}{z \cdot n} \quad ; \text{ mm/r} \dots \dots \dots (2.2)$$

3. Kedalaman potong:

$$a = d/2 \quad ; \text{ mm} \dots\dots\dots (2.3)$$

4. Waktu pemotongan:

$$t_c = l_t/V_f \quad ; \text{ min} \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana:

$$l_t = l_v + l_w + l_n \quad ; \text{ mm}$$

$$l_n = (d/2) / \tan K_r \quad ; \text{ mm}$$

5. Kecepatan penghasilan geram:

$$Z = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot V_f}{4 \cdot 1000} \quad ; \text{ cm}^3/\text{m} \dots\dots\dots (2.5)$$

2.6 Proses Freis (*Milling*)

Mesin freis merupakan mesin yang paling mampu melakukan banyak kerja dari semua mesin perkakas. Permukaan yang datar maupun berlekuk dapat diproses dengan penyelesaian dan ketelitian istimewa. Operasi pada umumnya dilakukan oleh ketam, kempa gurdi, mesin pemotong roda gigi dan mesin peluas lubang dapat dilakukan oleh mesin freis.

Pahat freis mempunyai deretan mata potong pada tepi perkakas potong yang berjumlah banyak (jamak). Bersifat sebagai pemotong tunggal pada daurnya.

2.6.1 Pengelompokan Mesin Freis

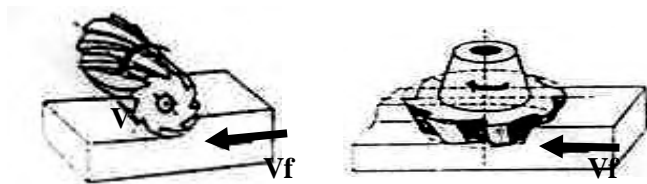
Secara umum mesin freis dapat dikelompokkan atas :

- a. Freis tegak (*face milling*)
Pada freis tegak antara sumbu pahat dan benda kerja tegak lurus.
- b. Freis datar (*slab milling*)
Pada freis datar antara sumbu pahat dan benda kerja sejajar. Freis datar dibedakan menjadi dua, yaitu :
 1. Mengefreis turun (*down milling*)
 2. Mengefreis naik (*up milling/conventional milling*)

2.6.2 Jenis Pahat Mesin Freis

Dua jenis utama pahat yang digunakan pada mesin freis (*milling cutter*) dapat dibedakan atas dua macam seperti yang terlihat pada gambar 2.2 :

1. Pahat freis selubung (*slab milling cutter*), lihat gambar 2.2a
2. Pahat freis muka (*face milling cutter*), lihat gambar 2.2b



a. Slab milling cutter

b. Face milling cutter

Gambar 2.2 Jenis Pahat pada Mesin Freis

Pahat freis termasuk pahat bermata potong jamak dengan jumlah mata potong sama dengan jumlah gigi freis.

Berdasarkan jenis pahat yang digunakan dikenal dua macam cara yaitu :

1. Mengefreis datar dengan sumbu pahat sejajar dengan permukaan benda kerja. Mengefreis datar dibedakan atas dua yaitu :

- a. Mengefreis turun (*down milling*)

Pada *down milling* gerak rotasi pahat searah dengan gerak translasi benda kerja. Proses turun akan menyebabkan benda kerja lebih tertekan ke meja dan meja terdorong oleh pahat yang mungkin suatu saat (secara periodik) gaya dorongnya akan melebihi gaya dorong ulir atau roda gigi penggerak meja. Apabila sistem kompensasi “keterlambatan gerak bolak balik “ (*back lash compensator*) tidak begitu baik maka mengefreis turun dapat menimbulkan getaran bahkan kerusakan. Mengefreis turun tidak dianjurkan untuk permukaan yang terlalu keras. Gambar pahat *down milling* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Jenis Pahat Down Milling

- b. Mengefreis naik (*up milling / conventional milling*)

Pada *up milling* gerak rotasi pahat berlawanan arah dengan gerak translasi benda kerja. Mengefreis naik dipilih karena alasan kelemahan mengefreis turun. Mengefreis naik cepat mempercepat keausan pahat karena mata potong lebih banyak menggesek benda kerja yaitu saat mulai pemotongan, selain itu permukaan

benda kerja lebih kasar. Gambar pahat *up milling* dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Jenis Pahat *up Milling*

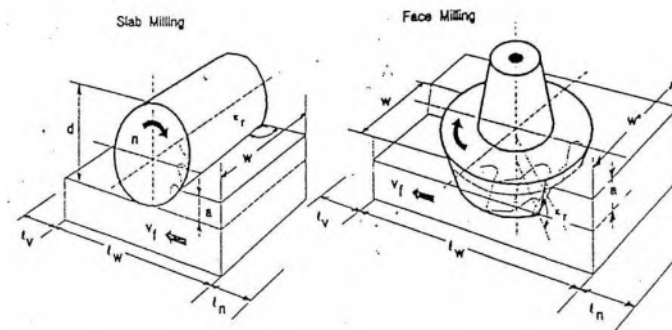
2. Mengefreis tegak

Mengefreis tegak (*face milling*) dengan sumbu putaran pahat freis muka tegak lurus permukaan benda kerja.

Cara membedakan pahat *up milling* dengan *down milling* adalah :

- Dengan melihat arah buangan geramnya.
- Dengan melihat arah putaran dari pahat tersebut.

Gambar proses freis datar dan freis tegak dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Proses Freis Datar dan Freis Tegak

2.6.3 Elemen Dasar Proses Freis

Elemen dasar dari proses freis dapat diketahui atau dihitung dengan menggunakan rumus yang dapat diturunkan dari kondisi pemotongan ditentukan sebagai berikut:

- Benda kerja : w = lebar pemotongan
 lw = panjang pemotongan
 a = kedalaman potong
- Pahat freis : d = diameter luar
 z = jumlah gigi (mata potong)
 k_r = sudut potong utama
 $= 90^\circ$ untuk pahat freis selubung
- Mesin freis : n = putaran poros utama
 V_f = kecepatan makan

Elemen dasar pada mesin freis dapat dihitung dengan rumus berikut :

1. Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad ; \text{ m/min} \dots\dots\dots (2.6)$$

2. Gerak makan pergigi

$$fz = V_f / (z \cdot n) \quad ; \text{ mm/(gigi)} \dots\dots\dots (2.7)$$

3. Waktu pemotongan

$$t_c = l_t / V_f \quad ; \text{ min} \dots\dots\dots (2.8)$$

dimana :

$$l_t = l_v + l_w + l_n \quad ; \text{ mm,}$$

$$l_v = \sqrt{a(d-a)} \quad ; \text{ untuk mengefreis datar}$$

$$l_v \geq 0 \quad ; \text{ untuk mengefreis tegak}$$

$$l_n \geq 0 \quad ; \text{ untuk mengefreis datar}$$

$$l_n = d / 2 \quad ; \text{ untuk mengefreis tegak}$$

4. Kecepatan menghasilkan geram

$$Z = \frac{V_f \cdot a \cdot w}{1000} \quad ; \text{ cm}^3 / \text{min} \dots\dots\dots (2.9)$$

2.7 Komponen Waktu Produksi

Dalam suatu proses produksi perlu direncanakan beberapa aspek yang nantinya akan membantu proses produksi itu sendiri bahkan mempercepatnya. Selain dari faktor manusia, material, mesin, dll waktu adalah salah satu faktor yang sangat berpengaruh pada suatu proses produksi. Waktu untuk menghasilkan produk atau waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan cara tertentu adalah merupakan variable yang penting dalam rangka penentuan kondisi pemesinan optimum. Untuk jumlah produk yang cukup besar maka secara kasar dapat ditentukan waktu pemesinan rata – rata untuk mengerjakan satu jumlah produk yang dihasilkan. Akan tetapi, cara ini tidak baik untuk dilaksanakan karena tidak memberikan informasi yang jelas mengenai komponen waktu yang berkaitan dengan setiap langkah pengerjaan.

Sesuai dengan tujuan maka diinginkan pembagian waktu menurut komponennya sehingga dapat diketahui komponen waktu yang mana yang dapat diperkecil. Komponen waktu dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu:

1. Komponen waktu yang dipengaruhi variable proses

$$t_c = \frac{lt}{Vf} = \frac{lt}{nf} \quad ; \text{ min/produk (2.10)}$$

Dimana: t_c = waktu pemotongan

l_t = Panjang pemesinan ; mm

v_f = kecepatan makan ; mm/min

waktu penggantian pahat yang dibagi untuk sejumlah produk sejak pahat yang baru dipasang sampai pahat tersebut harus diganti lagi karena aus.

$$t_d \frac{tc}{T} ; \text{ min/produk (2.11)}$$

Dimana: t_d = Waktu penggantian pahat ; min
 T = umur pahat ; min
 $\frac{tc}{T}$ = bagian umur pahat yang digunakan
 untuk menyelesaikan satu produk.

2. Komponen waktu bebas

$$t_a = t_{LW} + t_{AT} + t_{RT} + t_{UW} + \frac{ts}{nt} ; \text{min/produk} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana: t_a = waktu non produktif ; min/produk
 t_{LW} = waktu pemasangan benda kerja
 ;min/produk
 t_{AT} = waktu penyiapan, waktu yang
 diperlukan untuk membawa pahat dari posisi
 awal sampai posisi siap untuk melakukan
 pemotongan ; min/ produk
 t_{RT} = waktu pengakhiran, waktu yang diperlukan
 untuk membawa pahat kembali ke posisi awal
 ;min/produk.
 t_{UW} = waktu pengambilan produk; min/produk
 $\frac{ts}{nt}$ = waktu untuk penyapan mesin beserta
 perlengkapannya yang dibagi rata untuk
 sejumlah produk yang ingin dibuat saat itu.

2.8 Komponen ongkos produksi

Dalam pembuatan mesin ini perlu diketahui berapa ongkos sebenarnya dalam pembuatan per komponennya. Dengan mengetahui harga jual produk atau harga penawaran kontrak pembuatan sejumlah produk maka dapat diperkirakan keuntungan yang nantinya akan diperoleh. Tetapi perhitungan ongkos

pembuatan tidak selalu mudah, tergantung pada ukuran, bentuk, material, dll. Ongkos pembuatan dapat ditentukan dari harga komponen yang membentuknya. Dalam penentuan ongkos produksi ini tentunya berbagai desain rancangan mesin dan penentuan material telah dicoba untuk mendapatkan harga produksi yang lebih ekonomis.

2.8.1 Ongkos total per produk

Ongkos suatu produk ditentukan oleh ongkos material, ongkos produksi, dan tergantung seberapa rumit desain dari suatu produk tersebut.

$$C_u = CM + C_{\text{plan}} + \sum C_p \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana: C_u = Ongkos total ; Rp/produk
 CM = Ongkos Material ; Rp/ produk
 C_{plan} = Ongkos perancangan produk atau alat
 $\sum C_p$ = Ongkos salah satu proses produksi

Ongkos material terdiri dari harga pembelian dan ongkos tak langsung yang merupakan ongkos khusus yang dibebankan bagi material.

$$CM = CMO + CMi \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana: CM = Ongkos material ; Rp/produk
 CMO = Harga pembelian ; Rp/produk
 CMi = Ongkos tak langsung ; Rp/produk

Ongkos proses produksi dapat diperinci menjadi ongkos penyiapan dan peralatan, ongkos pemesinan, dan ongkos pahat, yaitu:

$$C_p = C_r + CM \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana: C_p = Ongkos produksi ; Rp/produk
 C_r = Ongkos penyiapan dan peralatan ; Rp/produk
 CM = Ongkos Material ; Rp/produk

2.9 Break Event Point (BEP) atau Titik Impas

Break even point adalah titik dimana suatu usaha dalam keadaan belum memperoleh keuntungan, tetapi juga sudah tidak merugi. Break Even point atau BEP dapat diartikan suatu analisis untuk menentukan dan mencari jumlah barang atau jasa yang harus dijual kepada konsumen pada harga tertentu untuk menutupi biaya-biaya yang timbul serta mendapatkan keuntungan / profit.

$$\begin{aligned} TR &= TC \\ P \times X &= TFC + V \times X \\ P \times X - V \times X &= TFC \\ (P - V) \times X &= TFC \\ X &= TFC / (P - V) \dots\dots\dots (2.16) \end{aligned}$$

Dimana:

TR = Pendapatan Total
P = Harga Jual Per Unit
X = Jumlah Unit
TC = Biaya Total
TFC = Biaya Tetap Total
V = Biaya Variabel Per Unit

2.10 Pemrograman Matlab

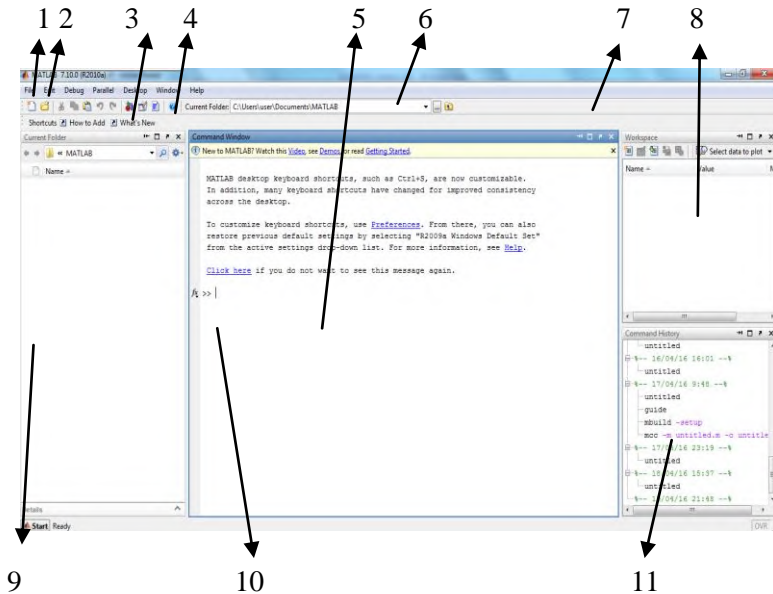
MATLAB atau yang bisa sebut dengan (*Matrix Laboratory*) yaitu sebuah program untuk menganalisis dan mengkomputasi data numerik, dan MATLAB juga merupakan suatu bahasa pemrograman matematika lanjutan, yang dibentuk dengan dasar pemikiran yang menggunakan sifat dan bentuk matriks.

Matlab yang merupakan singkatan dari *Matrix Laboratory*, merupakan bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh The Mathwork Inc. yang hadir dengan fungsi dan karakteristik yang berbeda dengan bahasa pemrograman lain yang sudah ada lebih dahulu seperti Delphi, Basic maupun C++.

Matlab dapat dipadang sebagai sebuah kalkulator dengan fitur yang lengkap. Kita pernah menggunakan kalkulator dengan dengan fasilitas minimal, misalnya hanya terdapat fasilitas penambahan, pengurangan perkalian dan pembagian. Kalkulator yang lebih lengkap lagi adalah kalkulator scientific dimana fasilitas yang diberikan tidak hanya yang disebutkan di atas, melainkan sudah ada fungsi-fungsi trigonometri, bilangan kompleks, akar kuadrat dan logaritma. Jika Matlab mirip dengan kalkulator tersebut, akan tetapi dengan fitur-fitur yang lengkap diantaranya dapat digunakan untuk pemrograman, aplikasi berbasis GUI dan lengkap dengan toolbox yang dapat dimanfaatkan untuk memecahkan masalah sains dan teknik.

2.10.1 Dekstop Matlab

Ketika kita pertama kali menjalankan Matlab, maka tampilan pertama yang kita temui ini dikenal sebagai Desktop Matlab. Dalam desktop ini terdapat tool-tool yang berfungsi untuk manajemen file, variabel dan aplikasi yang berkaitan dengan Matlab. Dibawah ini ditunjukkan desktop Matlab R2010. Tampilan dari dekstop matlab dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Dekstop Matlab

Keterangan:

1. Tool untuk membuat file baru dengan format M-File.
2. Tool untuk membuka file yang ada di direktori.
3. Tool yang dapat digunakan untuk menuju ke *Simulink Library Browser*.
4. Tool yang digunakan untuk mendisplay bantuan pada Matlab.
5. Jendela ini disebut disebut sebagai *Command Window*. Dari jendela ini kita dapat memasukkan perintah Matlab. Disamping itu kita juga dapat menjalankan atau mengeksekusi program yang sudah kita buat di editor window dan disimpan di direktori aktif.
6. Tool yang menampilkan direktori aktif. Dari tool ini kita dapat melihat direktori mana yang aktif. Sebagai default

direktori aktif Matlab adalah C:\MATLAB R2010\work, jika Matlab diinstal di direktori C.

7. Tool untuk browse direktori aktif. Dari tool ini kita dapat mengeset direktori mana yang aktif. Direktori aktif berarti bahwa direktori inilah yang siap untuk diakses file didalamnya atau tempat yang siap untuk digunakan sebagai penyimpanan data.
8. Tool untuk mendisplay nama variabel, ukuran, bytes dan classnya.
9. Tool untuk mendisplay isi file apa saja yang terdapat di direktori aktif.
10. Tool untuk mengatur ukuran jendela.
11. Tool untuk melihat perintah apa saja yang pernah kita jalankan melalui command window. Tool ini diberi nama *command history*.

Tool-tool yang sudah disebutkan di atas dapat diatur kemunculannya melalui menu *View*. Misalnya, kita tidak menginginkan tampilnya jendela *command history*, maka kita harus menghilangkan tanda cek yang ada pada submenu *command history*.

2.10.2 Bagian Utama Matlab

Sebagai sebuah system, MATLAB tersusun dari 5 bagian utama:

1. **Development Environment**, merupakan sekumpulan perangkat dan fasilitas yang membantu kita untuk menggunakan fungsi-fungsi dan file-file MATLAB. Beberapa perangkat ini merupakan sebuah **Graphical User Interfaces (GUI)**. Termasuk didalamnya adalah *MATLAB desktop* dan *Command Window*, *Command History*, sebuah editor dan *debugger*, dan *browsers* untuk melihat *help*, *workspace*, *files*, dan *search path*.
2. **MATLAB Mathematical Function Library**, merupakan sekumpulan algoritma komputasi mulai dari fungsi-fungsi

dasar seperti: *sum*, *sin*, *cos*, dan *complex arithmetic*, sampai dengan fungsi-fungsi yang lebih kompleks seperti *matrix inverse*, *matrix eigenvalues*, *Bessel functions*, dan *fast Fourier transforms*.

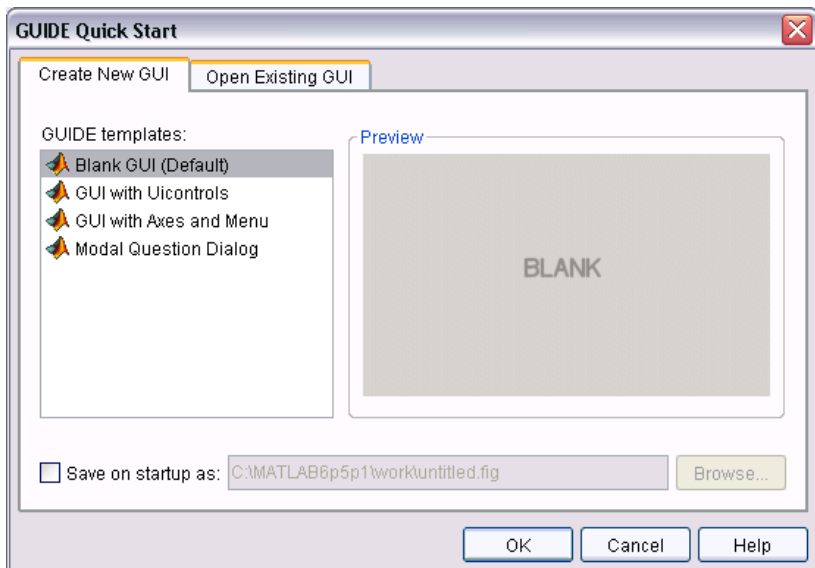
3. **MATLAB Language**, merupakan suatu *high-level matrix/array language* dengan *control flow statements*, *functions*, *data structures*, *input/output*, dan *fitur-fitur object-oriented programming*. Ini memungkinkan bagi kita untuk melakukan kedua hal baik “pemrograman dalam lingkup sederhana” untuk mendapatkan hasil yang cepat, dan “pemrograman dalam lingkup yang lebih besar” untuk memperoleh hasil-hasil dan aplikasi yang kompleks.
4. **Graphics**, MATLAB memiliki fasilitas untuk menampilkan vector dan matrices sebagai suatu grafik. Didalamnya melibatkan *high-level functions* (fungsi-fungsi level tinggi) untuk visualisasi data dua dimensi dan data tiga dimensi, *image processing*, *animation*, dan *presentation graphics*. Ini juga melibatkan fungsi level rendah yang memungkinkan bagi kita untuk membiasakan diri untuk memunculkan grafik mulai dari bentuk yang sederhana sampai dengan tingkatan graphical user interfaces pada aplikasi MATLAB.
5. **MATLAB Application Program Interface (API)**, merupakan suatu *library* yang memungkinkan program yang telah kita tulis dalam bahasa *C* dan *Fortran* mampu berinteraksi dengan MATLAB. Ini melibatkan fasilitas untuk pemanggilan *routines* dari MATLAB (*dynamic linking*), pemanggilan MATLAB sebagai sebuah *computational engine*, dan untuk membaca dan menuliskan *MAT-files*.

Dalam tugas akhir ini akan digunakan pemrograman Matlab GUI atau *Graphical User Interfaces* untuk membantu proses perhitungan proses pemesinan dan biaya produksi.

2.10.3 Graphical User Interface (GUI)

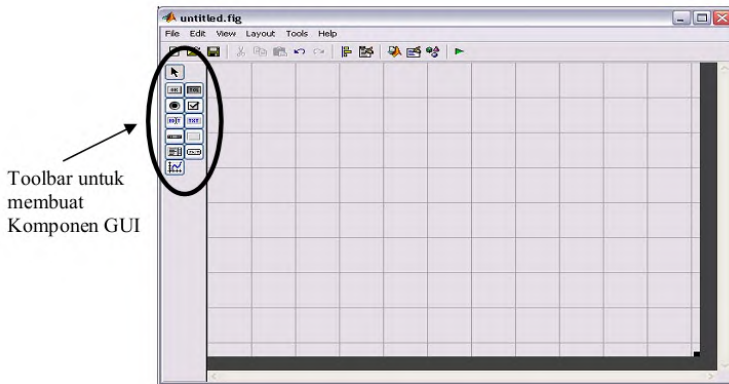
GUI (*Graphical User Interface*), adalah antarmuka pada sistem operasi atau komputer yang menggunakan menu grafis agar mempermudah para pengguna-nya untuk berinteraksi dengan komputer atau sistem operasi. Jadi, GUI merupakan antarmuka pada sistem operasi komputer yang menggunakan menu grafis. Menu grafis ini maksudnya terdapat tampilan yang lebih ditekankan untuk membuat sistem operasi yang *user-friendly* agar para pengguna lebih nyaman menggunakan komputer. Menu grafis yang dimaksud adalah grafis-grafis atau gambar-gambar dan tampilan yang tujuannya untuk memudahkan para pengguna menggunakan sistem operasi.

Untuk memunculkan GUI pada matlab bisa dengan mengetikkan “*guide*” pada command window. Lalu akan muncul tampilan seperti pada gambar 2.7.



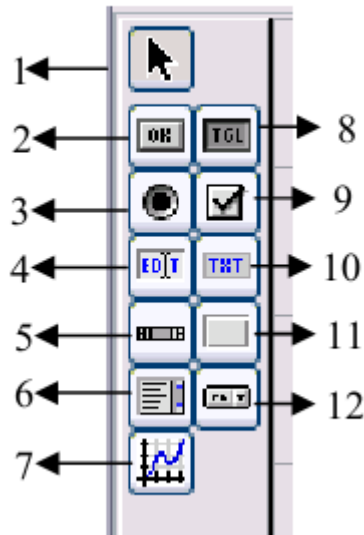
Gambar 2.7 Tampilan awal GUI

Dari gambar diatas, pilihlah **Blank GUI (Default)**, kemudian klik **OK**. Maka akan muncul tampilan seperti pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Tampilan Blank GUI

Berikut adalah komponen-komponen GUI dan fungsinya yang dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Komponen GUI

Keterangan:

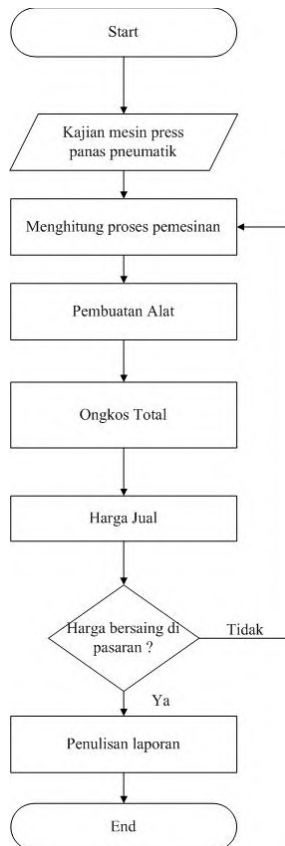
1. *Select*: Memilih beberapa obyek secara bersama-sama
2. *Push Button*: Tombol eksekusi yang jika di klik akan menjalankan sebuah perintah dan menampilkan hasilnya.
3. *Radio Button*: Untuk memilih satu pilihan dari beberapa pilihan yang disediakan.
4. *Edit text*: Untuk memasukkan input dan menampilkan hasil teks.
5. *Slider*: Memasukkan input berupa range angka dengan cara menggeser control pada slider
6. *List Box*: Memilih item dari semua item yang ditampilkan.
7. *Axes*: Menampilkan grafik atau gambar.

8. *Toggle Button*: Berfungsi sama dengan *push button* bedanya jika di klik tidak akan kembali ke semula.
9. *Check Box*: Memilih satu atau lebih pilihan dari semua daftar pilihan yang ditampilkan.
10. *Static Text*: Membuat label teks
11. *Frame*: Untuk membuat *frame* atau bingkai.
12. *Pop up menu*: Membuka daftar pilihan dan memilih pilihan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Pada bab ini dijelaskan metode yang digunakan untuk dapat menyelesaikan tugas akhir yang dapat dilihat pada diagram alir atau *flow chart* pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Diagram alir diatas dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Kajian Mesin Press Panas Pneumatik

Pada tahap ini dilakukan pengamatan terhadap material yang akan digunakan untuk alat ini. Lalu selanjutnya mempelajari dengan mengacu pada referensi, buku, jurnal ilmiah dan pencarian di internet. Setelah mempelajari literatur yang ada, maka dilakukan percobaan untuk mengatasi solusi diatas dengan mengaplikasikan ilmu yang diperoleh khususnya dibidang manufaktur mengenai perhitungan proses pemesinan dan biaya produksi. Setelah diperoleh data dari observasi lapangan tentang macam-macam bahan, kelebihan dan kekurangan masing-masing bahan yang dipergunakan untuk bahan Tugas Akhir ini juga biaya yang diperlukan untuk pembuatan alat ini.

2. Menghitung proses pemesinan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan proses pemesinan yang dilakukan untuk pembuatan Mesin Press panas. Dari sini dapat diketahui waktu proses pemesinan yang dibutuhkan untuk membuat mesin ini.

3. Pembuatan Alat

Pada tahap ini alat akan dibuat dan dirakit dengan rancangan yang sudah dibuat.

4. Ongkos Total

Ongkos total merupakan biaya total yang dikeluarkan untuk memproduksi mesin Press panas. Ongkos total diharapkan dapat dikeluarkan dengan biaya yang rendah dan tidak terlampau jauh dari ongkos yang sudah ditentukan atau direncanakan.

5. **Harga Jual**

Pada tahap ini adalah penentuan besarnya harga yang akan ditentukan untuk menentukan besarnya harga jual mesin. Besarnya harga jual mesin dapat diperkirakan dengan cara berikut:

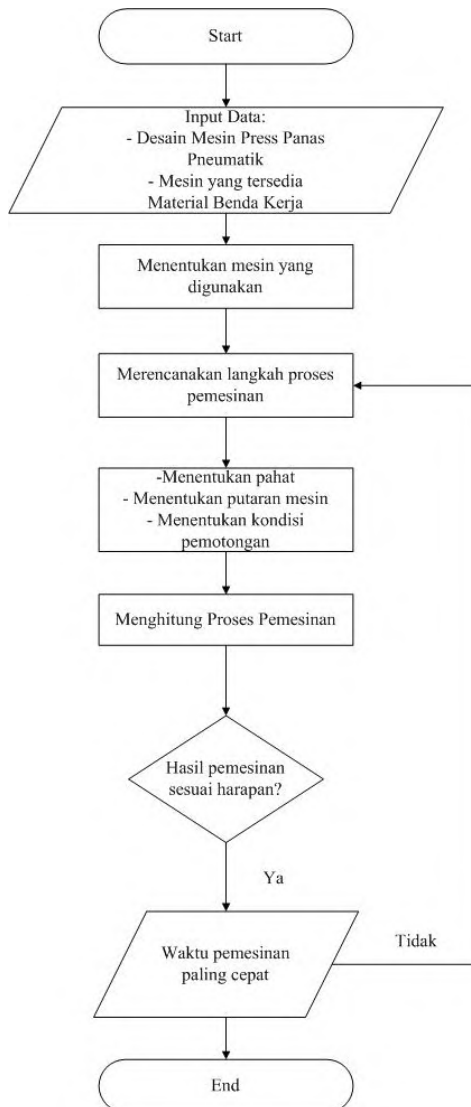
Harga Jual = Biaya Total + Pajak + Laba yang diharapkan

6. **Penulisan Laporan**

Pada tahap ini adalah tahap terakhir setelah mendapatkan data-data yang dibutuhkan dari hasil perhitungan dan pewujudan alat, maka dibuat laporan mengenai hasil analisa proses pemesinan & biaya produksinya.

Selain itu juga ada diagram alir proses pemesinan dan diagram alir proses produksi yang dapat dilihat pada gambar 3.2 dan 3.3.

3.2 Diagram Alir Proses Pemesinan



Gambar 3.2 Diagram alir proses pemesinan

Diagram alir diatas dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Input Data

Pada tahap ini yang dilakukan yaitu mendesain mesin press panas pneumatik, lalu menentukan mesin yang akan digunakan untuk pembuatan dan material dari komponen-komponen yang dikerjakan.

2. Menentukan mesin yang digunakan

Setelah itu menentukan mesin yang digunakan untuk pembuatan komponen dari mesin press panas pneumatik, untuk mesin yang digunakan adalah *drilling* dan *milling*.

3. Merencanakan langkah proses pemesinan

Setelah itu direncanakan langkah proses pemesinan yang akan dilakukan seperti melakukan proses *drilling* dan *milling* pada bagian mana saja dan menentukan bagian mana yang di proses terlebih dahulu.

4. Mempersiapkan Mesin

Pada tahap ini dipersiapkan mesin yang akan digunakan dan dicek ragam, putaran mesin, dll.

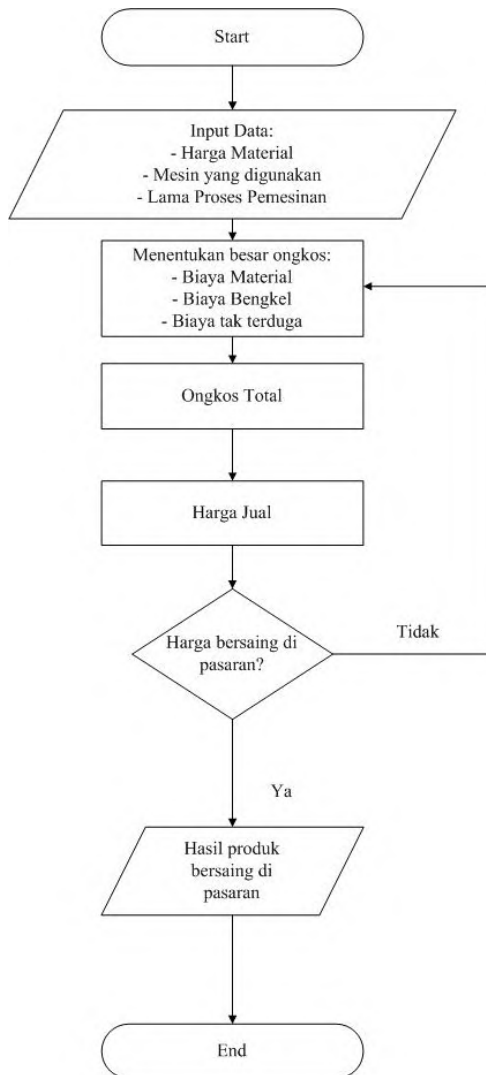
5. Menghitung proses pemesinan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan proses pemesinan yang dilakukan untuk pembuatan Mesin Press panas. Dari sini dapat diketahui waktu proses pemesinan yang dibutuhkan untuk membuat mesin ini.

6. Waktu Pemesinan paling cepat

Setelah menghitung proses pemesinan didapatkan waktu yang paling cepat untuk proses pembuatan agar dapat menghemat waktu pembuatan mesin press panas pneumatik.

3.3 Diagram Alir Proses Produksi



Gambar 3.3 Diagram alir proses produksi

Diagram alir diatas dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Input Data

Pada tahap ini yang dilakukan yaitu menentukan harga material, mesin yang digunakan, dan lama dari proses pembuatan mesin.

2. Menentukan besar ongkos

Pada tahap ini dilakukan penentuan untuk besarnya ongkos yang akan dikeluarkan untuk proses pembuatan alat tersebut. Ongkos yang dikeluarkan untuk pembuatan alat ini seperti biaya material, biaya bengkel, dan biaya tak terduga karena ada beberapa bagian mesin yang harus di proses di bengkel tertentu.

3. Ongkos Total

Ongkos total merupakan biaya total yang dikeluarkan untuk memproduksi mesin Press panas. Ongkos total diharapkan dapat dikeluarkan dengan biaya yang rendah dan tidak terlampau jauh dari ongkos yang sudah ditentukan atau direncanakan.

4. Harga Jual

Pada tahap ini adalah penentuan besarnya harga yang akan ditentukan sebagai harga jual mesin.

5. Hasil produk bersaing di pasaran

Setelah itu diharapkan harga jual dari mesin press panas pneumatik dapat bersaing di pasaran dan tidak terlampau jauh dari harga yang direncanakan.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB IV

PERHITUNGAN PROSES PEMESINAN DAN BIAYA PRODUKSI

5.1. Perencanaan Proses Pengerjaan

Pada dasarnya seorang perancang harus dapat menentukan setiap proses pemesinan dalam setiap pembuatan komponen dengan baik dan benar. Berdasarkan gambar teknik suatu komponen dapat direncanakan dan dirancang langkah pengerjaannya dengan urutan yang paling baik. Hal ini dilakukan agar memberikan hasil yang maksimal baik ditinjau dari produk maupun efisiensi kerja.

Bila jenis proses pemesinan dan jenis mesin perkakas telah ditentukan, maka tindakan selanjutnya adalah memilih jenis pahat yang sesuai dengan urutan pengerjaan. Untuk menghasilkan komponen yang sesuai dengan harapan yang telah ditentukan dalam rancangan perlu juga ditentukan kondisi pemotongan.

Setelah semua sudah disiapkan dengan baik maka proses pengerjaan dapat dilakukan sesuai dengan langkah – langkah yang telah ditetapkan. Setiap akan memulai pengerjaan pada proses pemesinan selalu diawali dengan langkah – langkah sebagai berikut:

- Mempersiapkan gambar komponen
- Mempersiapkan mesin – mesin
- Mempersiapkan material benda kerja
- Mempersiapkan pahat
- Persiapan proses pemotongan, cek kondisi mesin, pahat, dll.

4.2 Komponen Yang Dikerjakan

Mesin Press panas Pneumatik berbasis 2 CR ini dibuat dengan beberapa jenis material berbeda dengan berbagai proses yang juga berbeda. Ada juga komponen dari Mesin Press Panas

Pneumatik berbasis 2 CR ini yang sudah beli jadi sehingga tidak perlu repot – repot untuk membuatnya.

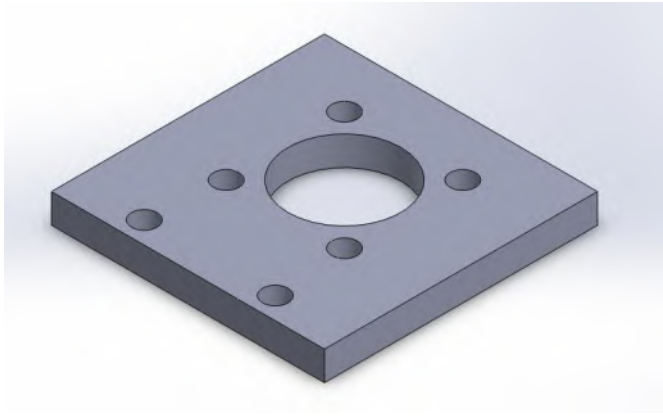
Untuk komponen yang dilakukan proses pemesinannya antara lain:

1. *Top Pneumatik Holder*
2. *Sliding Plate*
3. *Base Plate*
4. *Pusher Plate*
5. *Pneumatik Holder*
6. *Rangka Mesin*
7. *Top Heater Cover*
8. *Bottom Heater Cover*

4.3 Perhitungan Proses Pemesinan

Proses pemesinan dari setiap komponen berbeda – beda dan juga tiap komponen tidak hanya mengalami satu macam proses pemesinan saja tapi bahkan bisa lebih. Oleh karena itu akan dibahas proses – proses dari tiap komponen secara satu persatu.

4.3.1 Proses pembuatan Top Pneumatik Holder



Gambar 4.1 Top Pneumatik Holder

Pada proses pemesinan untuk pembuatan *Top Pneumatik Holder* ini dilakukan proses menggurdi atau *drilling* dan proses freis atau *milling* dengan menggunakan mesin milling dengan spesifikasi sebagai berikut:

Type : C5601

Jenis : Milling Vertikal Digital

Daya : 10 HP

Putaran: 1500 rpm

Tingkat putaran spindle dalam (rpm):

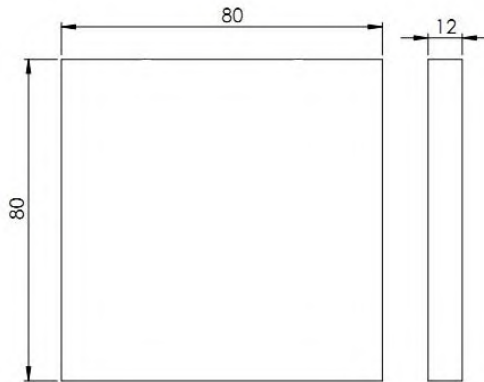
30	37,5	47,5	60	75	95	118	150	190
235	300	375	475	600	750	950	1180	1500

Dalam proses pembuatan *Top Pneumatik Holder* ini menggunakan bahan *Mild Steel* Tipe VCN 150 dengan mata bor HSS merk nachi yang berdiameter 7mm dan 31mm untuk proses gurdi dan pahat *carbide surface mill 4 flutes* dengan diameter

20mm untuk proses freis. Ini dibuat untuk penahan bagian atas silinder pneumatik.

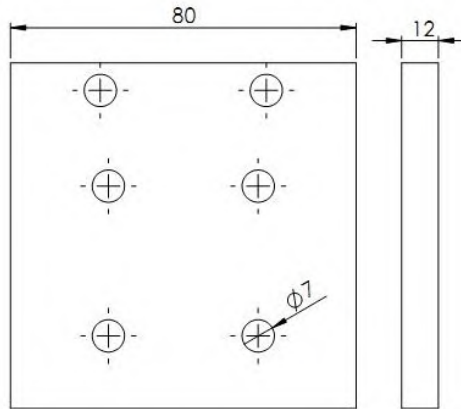
Langkah Pengerjaan:

1. Cek kondisi mesin freis yang akan digunakan.
2. Siapkan material yang akan diproses, mata bor, dan pahat freis. Material yang digunakan adalah *Mild Steel* Tipe VCN 150, mata bor yang digunakan adalah HSS, lalu pahat freis yang digunakan adalah karbida.
3. Setelah semuanya sudah disiapkan, cekam benda kerja pada ragum.
4. Lalu selanjutnya adalah membuat lubang dari gambar seperti gambar 4.2.



*Gambar 4.2 Sket Top Pneumatik Holder sebelum proses drilling
Ø7mm*

Menjadi seperti gambar 4.3:



Gambar 4.3 Sket Top Pneumatik Holder setelah proses drilling $\varnothing 7\text{mm}$

Berdasarkan material *Mild Steel* Tipe VCN 150 yang digunakan dan pada tabel B₁ halaman lampiran dapat diketahui sebagai berikut:

$K_r = \frac{1}{2}$ sudut ujung (*point angle*)

$K_r = \frac{1}{2} 118^\circ$

$K_r = 59^\circ$

$f_z = 0,100$ mm/putaran

$v = 24$ m/menit

$a = d/2$

$a = 7/2$

$a = 3,5$ mm

$Z =$ jumlah permata potong 2 buah

Selanjutnya dari data – data diatas dapat dicari kecepatan putar bor dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{24 \cdot 1000}{3,14 \cdot 7}$$

$$n = 1091,9 \text{ rpm}$$

Jadi nilai putaran mesin yang digunakan adalah 950 rpm, yang disesuaikan dengan spesifikasi mesin yang digunakan.

Lalu setelah diketahui kecepatan putar bor dapat diketahui besarnya kecepatan makan dengan rumus sebagai berikut:

$$V_f = f \cdot n \cdot z$$

$$V_f = 0,100 \cdot 950 \cdot 2$$

$$V_f = 190 \text{ mm/min}$$

Setelah itu untuk mengetahui panjang pemesinan sebelumnya harus diketahui dahulu lv , lw , ln karena lv dan lw sudah diketahui jadi tinggal mencari ln dengan rumus sebagai berikut:

$$ln = \frac{\left(\frac{d}{2}\right)}{Kr}$$

$$ln = \frac{\left(\frac{7}{2}\right)}{\tan 59^\circ}$$

$$ln = 2,10 \text{ mm}$$

Setelah besar ln diketahui dapat dicari panjang pemesinan dengan rumus sebagai berikut:

$$l_t = l_v + l_w + l_n$$

Akan tetapi agar hasil pengeboran baik proses pengeboran tidak dilakukan sekaligus, melainkan dilakukan secara bertahap, yaitu menjadi 3 tahap, masing-masing tahap pengeboran akan dilakukan sedalam 4mm, sehingga:

Tahap 1:

$$l_t = 2 + 4 + 2,10$$

$$l_t = 8,1 \text{ mm}$$

Tahap 2:

$$l_t = 2 + 8 + 2,10$$

$$l_t = 12,1 \text{ mm}$$

Tahap 3:

$$l_t = 2 + 12 + 2,10$$

$$l_t = 16,1 \text{ mm}$$

Lalu untuk kecepatan penghasilan geram dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$Z = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot V_f}{4 \cdot 1000}$$

$$Z = \frac{3,14 \cdot 7^2 \cdot 190}{4 \cdot 1000}$$

$$Z = 7,30 \text{ cm}^3/\text{min}$$

Maka dapat diketahui waktu pengeboran dengan rumus sebagai berikut:

$$t_c = lt / Vf$$

Tahap 1:

$$t_c = 8,1 / 190$$

$$t_c = 0,042 \text{ min}$$

Tahap 2:

$$t_c = 12,1 / 190$$

$$t_c = 0,063 \text{ min}$$

Tahap 3:

$$t_c = 16,1 / 190$$

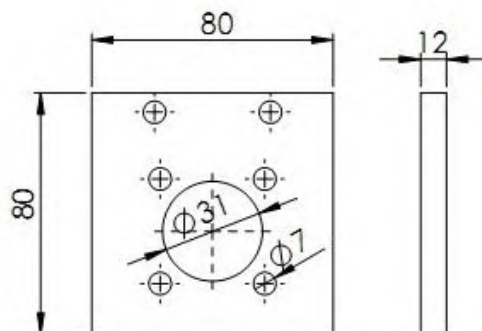
$$t_c = 0,084 \text{ min}$$

Jadi total waktu pengeboran adalah:

$$0,042 + 0,063 + 0,084 = 0,189$$

Karena pengeboran dilakukan 6 kali maka waktu pengeboran seluruhnya menjadi $0,189 \times 6 = 1,134$ menit.

5. Selanjutnya adalah menggurdi dengan mata bor diameter 31mm sehingga benda kerja tampak seperti gambar 4.4:



Gambar 4.4 Sket Top Pneumatik Holder setelah proses drilling Ø31mm

Dalam proses ini dapat diketahui sebagai berikut:

$K_r = \frac{1}{2}$ sudut ujung (*point angle*)

$K_r = \frac{1}{2} 118^\circ$

$K_r = 59^\circ$

$f_z = 0,375$ mm/putaran

$v = 24$ m/menit

$a = d/2$

$a = 31/2$

$a = 15,5$ mm

Z = jumlah permata potong 2 buah

Selanjutnya dari data – data diatas dapat dicari kecepatan putar bor dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{24 \cdot 1000}{3,14 \cdot 31}$$

$$n = 246,5 \text{ rpm}$$

Jadi nilai putaran mesin yang digunakan adalah 235 rpm, yang disesuaikan dengan spesifikasi mesin yang digunakan.

Lalu setelah diketahui kecepatan putar bor dapat diketahui besarnya kecepatan makan dengan rumus sebagai berikut:

$$V_f = f \cdot n \cdot z$$

$$V_f = 0,375 \cdot 235 \cdot 2$$

$$V_f = 176,25 \text{ mm/min}$$

Setelah itu untuk mengetahui panjang pemesinan sebelumnya harus diketahui dahulu lv , lw , ln karena lv dan lw sudah diketahui jadi tinggal mencari ln dengan rumus sebagai berikut:

$$ln = \frac{\left(\frac{d}{2}\right)}{Kr}$$

$$ln = \frac{\left(\frac{31}{2}\right)}{\tan 59^\circ}$$

$$ln = 9,31 \text{ mm}$$

Setelah besar ln diketahui dapat dicari panjang pemesinan dengan rumus sebagai berikut:

$$lt = lv + lw + ln$$

Akan tetapi agar hasil pengeboran baik proses pengeboran tidak dilakukan sekaligus, melainkan dilakukan secara bertahap, yaitu menjadi 3 tahap, masing-masing tahap pengeboran akan dilakukan sedalam 4mm, sehingga:

Tahap 1:

$$lt = 2 + 4 + 9,31$$

$$lt = 15,31 \text{ mm}$$

Tahap 2:

$$lt = 2 + 8 + 9,31$$

$$lt = 19,31 \text{ mm}$$

Tahap 3:

$$lt = 2 + 12 + 9,31$$

$$lt = 23,31 \text{ mm}$$

Lalu untuk kecepatan penghasilan geram dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$Z = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot V_f}{4 \cdot 1000}$$

$$Z = \frac{3,14 \cdot 31^2 \cdot 176,25}{4 \cdot 1000}$$

$$Z = 132,96 \text{ cm}^3/\text{min}$$

Maka dapat diketahui waktu pengeboran dengan rumus sebagai berikut:

$$t_c = l / V_f$$

Tahap 1:

$$t_c = 15,31 / 176,25$$

$$t_c = 0,086 \text{ min}$$

Tahap 2:

$$t_c = 19,31 / 176,25$$

$$t_c = 0,109 \text{ min}$$

Tahap 3:

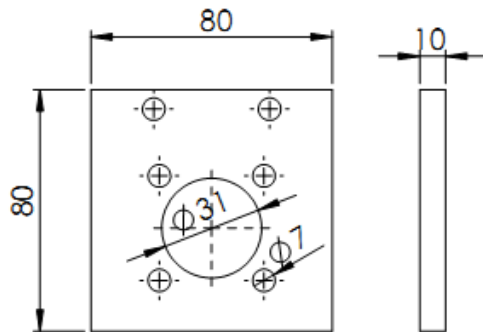
$$t_c = 23,31 / 176,25$$

$$t_c = 0,132 \text{ min}$$

Jadi total waktu pengeboran adalah:

$$0,086 + 0,109 + 0,132 = 0,327$$

6. Selanjutnya adalah mengganti mata bor dengan pahat freis untuk melakukan proses freis pada permukaan atas sehingga benda kerja tampak seperti gambar 4.5:



Gambar 4.5 Sket Top Pneumatik Holder setelah proses freis permukaan atas

Berdasarkan material *Mild Steel* Tipe VCN 150 yang digunakan dan pada tabel B₂ halaman lampiran dapat diketahui sebagai berikut:

Spesifikasi pahat yang digunakan:

Bahan	= Karbida
Diameter	= 20mm
Jumlah gigi (z)	= 4 buah
Sudut potong utama (Kr)	= 90°
Kecepatan Potong (v _c)	= 36,58 m/min
Panjang Pemotongan:	
l_v	= 2mm
l_w	= 80mm
l_n	= $d/2 = 20/2$
	= 10mm

Selanjutnya dari data – data diatas dapat dicari kecepatan putar mesin *milling* dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{36,58 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20}$$

$$n = 582,4 \text{ rpm}$$

Jadi nilai putaran mesin yang digunakan adalah 475 rpm, yang disesuaikan dengan spesifikasi mesin yang digunakan.

Setelah itu untuk mengetahui kecepatan makan perlu diketahui gerak makan, gerak makan yang disarankan oleh buku *John A Schey – Introduction to manufacturing process* adalah $f = f_s \cdot Z_f$. Dari grafik 16-14 diperoleh nilai $f_s = 0,5$ dan $Z_f = 0,8$ ini berdasarkan pahat yang digunakan untuk proses freis adalah pahat karbida 4 *flutes*, sehingga gerak makan dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$f = f_s \cdot Z_f$$

$$f = 0,5 \cdot 0,8$$

$$f = 0,4 \text{ mm/rev}$$

Lalu setelah diketahui kecepatan putar mesin *milling* dan gerak makan dapat diketahui besarnya kecepatan makan dengan rumus sebagai berikut:

$$V_f = f \cdot n \cdot z$$

$$V_f = 0,4 \cdot 475 \cdot 4$$

$$V_f = 760 \text{ mm/min}$$

Setelah itu untuk mengetahui panjang pemesinan sebelumnya harus diketahui dahulu l_v , l_w , l_n sehingga dapat dicari panjang pemesinan dengan rumus sebagai berikut:

$$l_t = l_v + l_w + l_n$$

$$l_t = 2 + 80 + 10$$

$$l_t = 92 \text{ mm}$$

Maka dapat diketahui waktu pemotongan dengan rumus sebagai berikut:

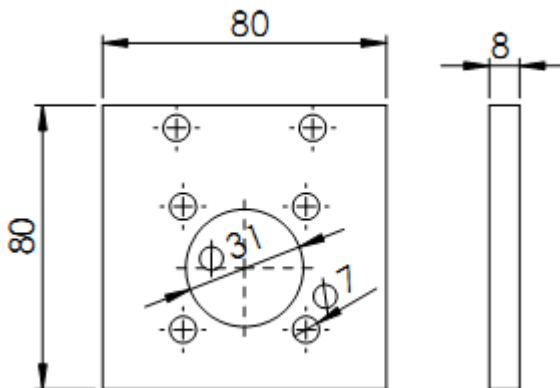
$$t_c = lt / Vf$$

$$t_c = 92 / 760$$

$$t_c = 0,12 \text{ min}$$

Karena lebar pemotongan sebesar 80mm, maka proses freis dilakukan sebanyak 4 kali sehingga waktu freis seluruhnya menjadi $0,12 \times 4 = 0,48$ menit.

7. Selanjutnya melakukan proses freis pada permukaan bawah sehingga benda kerja tampak seperti gambar 4.6:



Gambar 4.6 Sket Top Pneumatik Holder setelah proses freis permukaan bawah

Dalam proses ini dapat diketahui sebagai berikut:

Spesifikasi pahat yang digunakan:

Bahan = Karbida

Diameter = 20mm

Jumlah gigi (z) = 4 buah

Sudut potong utama (Kr) = 90°

$$\text{Kecepatan Potong } (v_c) = 36,58 \text{ m/min}$$

Panjang Pemotongan:

$$lv = 2 \text{ mm}$$

$$lw = 80 \text{ mm}$$

$$ln = d/2 = 20/2$$

$$= 10 \text{ mm}$$

Selanjutnya dari data – data diatas dapat dicari kecepatan putar mesin *milling* dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{36,58 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20}$$

$$n = 582,4 \text{ rpm}$$

Jadi nilai putaran mesin yang digunakan adalah 475 rpm, yang disesuaikan dengan spesifikasi mesin yang digunakan.

Setelah itu untuk mengetahui kecepatan makan perlu diketahui gerak makan, gerak makan yang disarankan oleh buku *John A Schey – Introduction to manufacturing process* adalah $f = f_s \cdot Z_f$. Dari grafik 16-14 diperoleh nilai $f_s = 0,5$ dan $Z_f = 0,8$ ini berdasarkan pahat yang digunakan untuk proses freis adalah pahat karbida 4 *flutes*, sehingga gerak makan dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$f = f_s \cdot Z_f$$

$$f = 0,5 \cdot 0,8$$

$$f = 0,4 \text{ mm/rev}$$

Lalu setelah diketahui kecepatan putar mesin *milling* dan gerak makan dapat diketahui besarnya kecepatan makan dengan rumus sebagai berikut:

$$V_f = f \cdot n \cdot z$$

$$V_f = 0,4 \cdot 475 \cdot 4$$

$$V_f = 760 \text{ mm/min}$$

Setelah itu untuk mengetahui panjang pemesinan sebelumnya harus diketahui dahulu lv , lw , ln sehingga dapat dicari panjang pemesinan dengan rumus sebagai berikut:

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 2 + 80 + 10$$

$$lt = 92 \text{ mm}$$

Maka dapat diketahui waktu pemotongan dengan rumus sebagai berikut:

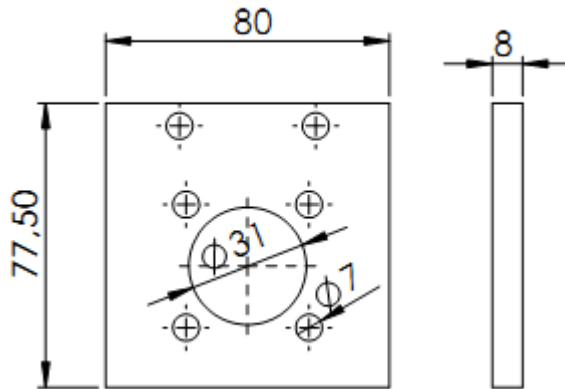
$$t_c = lt / V_f$$

$$t_c = 92 / 760$$

$$t_c = 0,12 \text{ min}$$

Karena lebar pemotongan sebesar 80mm, maka proses freis dilakukan sebanyak 4 kali sehingga waktu freis seluruhnya menjadi $0,12 \times 4 = 0,48$ menit.

8. Selanjutnya melakukan proses freis pada permukaan samping bawah sehingga benda kerja tampak seperti gambar 4.7:



Gambar 4.7 Sket Top Pneumatik Holder setelah proses freis samping bawah

Dalam proses ini dapat diketahui sebagai berikut:

Spesifikasi pahat yang digunakan:

Bahan = Karbida

Diameter = 20mm

Jumlah gigi (z) = 4 buah

Sudut potong utama (Kr) = 90°

Kecepatan Potong (v_c) = 36,58 m/min

Panjang Pemotongan:

lv = 2mm

lw = 80mm

ln = $d/2 = 20/2$

= 10mm

Selanjutnya dari data – data diatas dapat dicari kecepatan putar mesin *milling* dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{36,58 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20}$$

$$n = 582,4 \text{ rpm}$$

Jadi nilai putaran mesin yang digunakan adalah 475 rpm, yang disesuaikan dengan spesifikasi mesin yang digunakan.

Setelah itu untuk mengetahui kecepatan makan perlu diketahui gerak makan, gerak makan yang disarankan oleh buku *John A Schey – Introduction to manufacturing process* adalah $f = f_s \cdot Z_f$. Dari grafik 16-14 diperoleh nilai $f_s = 0,5$ dan $Z_f = 0,8$ ini berdasarkan pahat yang digunakan untuk proses freis adalah pahat karbida 4 flutes, sehingga gerak makan dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$f = f_s \cdot Z_f$$

$$f = 0,5 \cdot 0,8$$

$$f = 0,4 \text{ mm/rev}$$

Lalu setelah diketahui kecepatan putar mesin *milling* dan gerak makan dapat diketahui besarnya kecepatan makan dengan rumus sebagai berikut:

$$V_f = f \cdot n \cdot z$$

$$V_f = 0,4 \cdot 475 \cdot 4$$

$$V_f = 760 \text{ mm/min}$$

Setelah itu untuk mengetahui panjang pemesinan sebelumnya harus diketahui dahulu lv , lw , ln sehingga dapat dicari panjang pemesinan dengan rumus sebagai berikut:

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 2 + 80 + 10$$

$$lt = 92 \text{ mm}$$

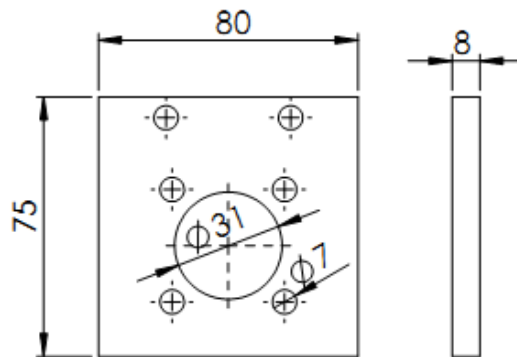
Maka dapat diketahui waktu pemotongan dengan rumus sebagai berikut:

$$t_c = lt / Vf$$

$$t_c = 92 / 760$$

$$t_c = 0,12 \text{ min}$$

9. Selanjutnya melakukan proses freis pada permukaan samping atas sehingga benda kerja tampak seperti gambar 4.8:



Gambar 4.8 Sket Top Pneumatik Holder setelah proses freis samping atas

Dalam proses ini dapat diketahui sebagai berikut:

Spesifikasi pahat yang digunakan:

Bahan = Karbida

Diameter = 20mm

Jumlah gigi (z) = 4 buah

Sudut potong utama (Kr) = 90°

Kecepatan Potong (v_c) = 36,58 m/min

Panjang Pemotongan:

$$\begin{aligned}lv &= 2\text{mm} \\lw &= 80\text{mm} \\ln &= d/2 = 20/2 \\&= 10\text{mm}\end{aligned}$$

Selanjutnya dari data – data diatas dapat dicari kecepatan putar mesin *milling* dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}n &= \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} \\n &= \frac{36,58 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20} \\n &= 582,4 \text{ rpm}\end{aligned}$$

Jadi nilai putaran mesin yang digunakan adalah 475 rpm, yang disesuaikan dengan spesifikasi mesin yang digunakan.

Setelah itu untuk mengetahui kecepatan makan perlu diketahui gerak makan, gerak makan yang disarankan oleh buku *John A Schey – Introduction to manufacturing process* adalah $f = f_s \cdot Z_f$. Dari grafik 16-14 diperoleh nilai $f_s = 0,5$ dan $Z_f = 0,8$ ini berdasarkan pahat yang digunakan untuk proses freis adalah pahat karbida 4 *flutes*, sehingga gerak makan dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}f &= f_s \cdot Z_f \\f &= 0,5 \cdot 0,8 \\f &= 0,4 \text{ mm/rev}\end{aligned}$$

Lalu setelah diketahui kecepatan putar mesin *milling* dan gerak makan dapat diketahui besarnya kecepatan makan dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}V_f &= f \cdot n \cdot z \\V_f &= 0,4 \cdot 475 \cdot 4 \\V_f &= 760 \text{ mm/min}\end{aligned}$$

Setelah itu untuk mengetahui panjang pemesinan sebelumnya harus diketahui dahulu lv , lw , ln sehingga dapat dicari panjang pemesinan dengan rumus sebagai berikut:

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 2 + 80 + 10$$

$$lt = 92 \text{ mm}$$

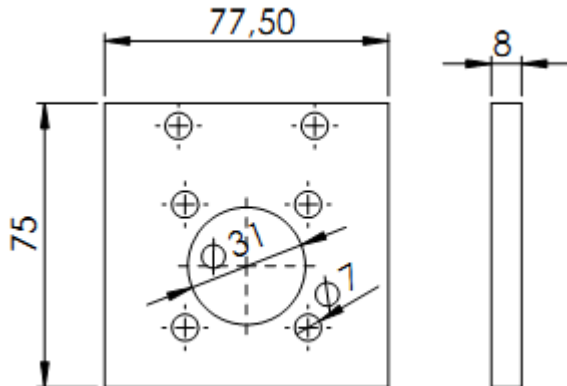
Maka dapat diketahui waktu pemotongan dengan rumus sebagai berikut:

$$t_c = lt / Vf$$

$$t_c = 92 / 760$$

$$t_c = 0,12 \text{ min}$$

10. Selanjutnya melakukan proses freis pada permukaan samping kiri sehingga benda kerja tampak seperti gambar 4.9:



Gambar 4.9 Sket Top Pneumatik Holder setelah proses freis samping kiri

Dalam proses ini dapat diketahui sebagai berikut:

Spesifikasi pahat yang digunakan:

Bahan = Karbida

Diameter = 20mm

Jumlah gigi (z) = 4 buah

Sudut potong utama (Kr) = 90°

Kecepatan Potong (v_c) = 36,58 m/min

Panjang Pemotongan:

l_v = 2mm

l_w = 75mm

l_n = $d/2 = 20/2$

= 10mm

Selanjutnya dari data – data diatas dapat dicari kecepatan putar mesin *milling* dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{36,58 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20}$$

$$n = 582,4 \text{ rpm}$$

Jadi nilai putaran mesin yang digunakan adalah 475 rpm, yang disesuaikan dengan spesifikasi mesin yang digunakan.

Setelah itu untuk mengetahui kecepatan makan perlu diketahui gerak makan, gerak makan yang disarankan oleh buku *John A Schey – Introduction to manufacturing process* adalah $f = f_s \cdot Z_f$. Dari grafik 16-14 diperoleh nilai $f_s = 0,5$ dan $Z_f = 0,8$ ini berdasarkan pahat yang digunakan untuk proses freis adalah pahat karbida 4 *flutes*, sehingga gerak makan dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$f = f_s \cdot Z_f$$

$$f = 0,5 \cdot 0,8$$

$$f = 0,4 \text{ mm/rev}$$

Lalu setelah diketahui kecepatan putar mesin *milling* dan gerak makan dapat diketahui besarnya kecepatan makan dengan rumus sebagai berikut:

$$V_f = f \cdot n \cdot z$$

$$V_f = 0,4 \cdot 475 \cdot 4$$

$$V_f = 760 \text{ mm/min}$$

Setelah itu untuk mengetahui panjang pemesinan sebelumnya harus diketahui dahulu lv , lw , ln sehingga dapat dicari panjang pemesinan dengan rumus sebagai berikut:

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 2 + 75 + 10$$

$$lt = 87 \text{ mm}$$

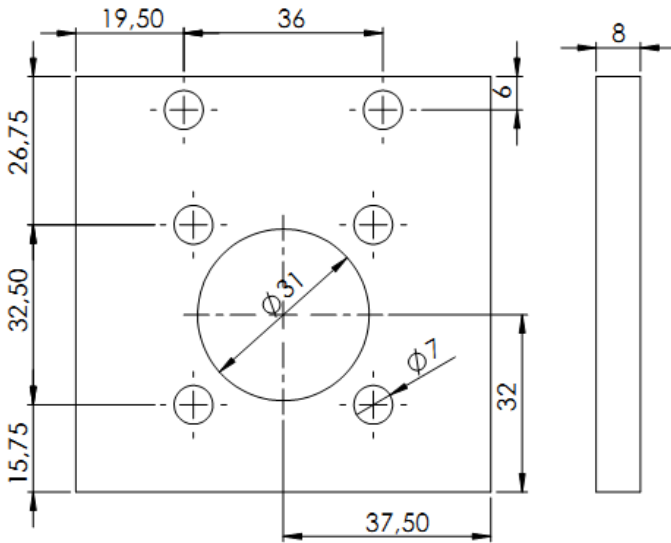
Maka dapat diketahui waktu pemotongan dengan rumus sebagai berikut:

$$t_c = lt / V_f$$

$$t_c = 87 / 760$$

$$t_c = 0,11 \text{ min}$$

11. Selanjutnya melakukan proses freis pada permukaan samping kanan sehingga benda kerja tampak seperti gambar 4.10:



Gambar 4.10 Sket Top Pneumatik Holder setelah proses freis samping kanan

Dalam proses ini dapat diketahui sebagai berikut:

Spesifikasi pahat yang digunakan:

Bahan	= Karbida
Diameter	= 20mm
Jumlah gigi (z)	= 4 buah
Sudut potong utama (Kr)	= 90°

Kecepatan Potong (v_c)	= 36,58 m/min
----------------------------	---------------

Panjang Pemotongan:

l_v	= 2mm
l_w	= 75mm
l_n	= $d/2 = 20/2$
	= 10mm

Selanjutnya dari data – data diatas dapat dicari kecepatan putar mesin *milling* dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{36,58 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20}$$

$$n = 582,4 \text{ rpm}$$

Jadi nilai putaran mesin yang digunakan adalah 475 rpm, yang disesuaikan dengan spesifikasi mesin yang digunakan.

Setelah itu untuk mengetahui kecepatan makan perlu diketahui gerak makan, gerak makan yang disarankan oleh buku *John A Schey – Introduction to manufacturing process* adalah $f = f_s \cdot Z_f$. Dari grafik 16-14 diperoleh nilai $f_s = 0,5$ dan $Z_f = 0,8$ ini berdasarkan pahat yang digunakan untuk proses freis adalah pahat karbida 4 *flutes*, sehingga gerak makan dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$f = f_s \cdot Z_f$$

$$f = 0,5 \cdot 0,8$$

$$f = 0,4 \text{ mm/rev}$$

Lalu setelah diketahui kecepatan putar mesin *milling* dan gerak makan dapat diketahui besarnya kecepatan makan dengan rumus sebagai berikut:

$$V_f = f \cdot n \cdot z$$

$$V_f = 0,4 \cdot 475 \cdot 4$$

$$V_f = 760 \text{ mm/min}$$

Setelah itu untuk mengetahui panjang pemesinan sebelumnya harus diketahui dahulu l_v , l_w , l_n sehingga dapat dicari panjang pemesinan dengan rumus sebagai berikut:

$$l_t = l_v + l_w + l_n$$

$$l_t = 2 + 75 + 10$$

$$l_t = 87 \text{ mm}$$

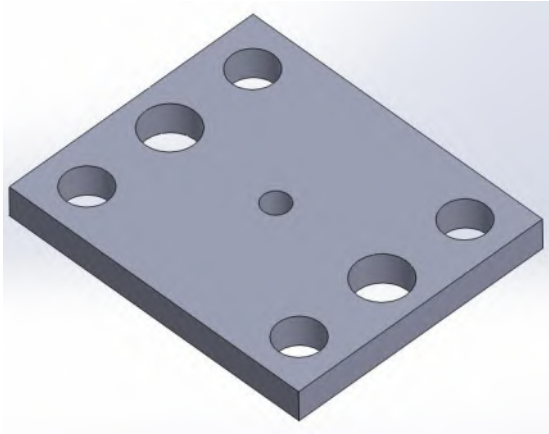
Maka dapat diketahui waktu pemotongan dengan rumus sebagai berikut:

$$t_c = lt / Vf$$

$$t_c = 87 / 760$$

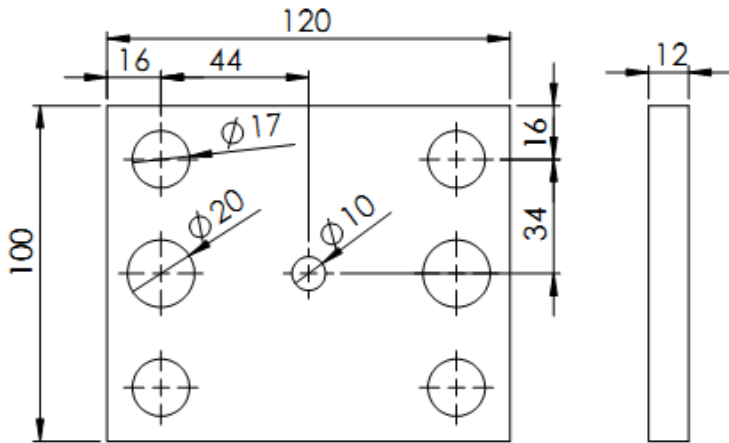
$$t_c = 0,11 \text{ min}$$

4.3.2 Proses pembuatan Sliding Plate



Gambar 4.11 Sliding Plate

Dalam proses pembuatan *Sliding Plate* ini menggunakan bahan *Mild Steel* Tipe VCN 150 dengan mata bor HSS merk nachi yang berdiameter 10mm, 17mm dan 20mm untuk proses gurdi dan pahat *carbide surface mill 4 flutes* dengan diameter 20mm dan 5mm untuk proses freis. *Sliding Plate* ini dibuat untuk gerak bolak-balik (*sliding*) dari atas ke bawah dan merupakan bagian dari sistem pneumatik mesin press panas untuk menggerakkan alas dari *punch*.

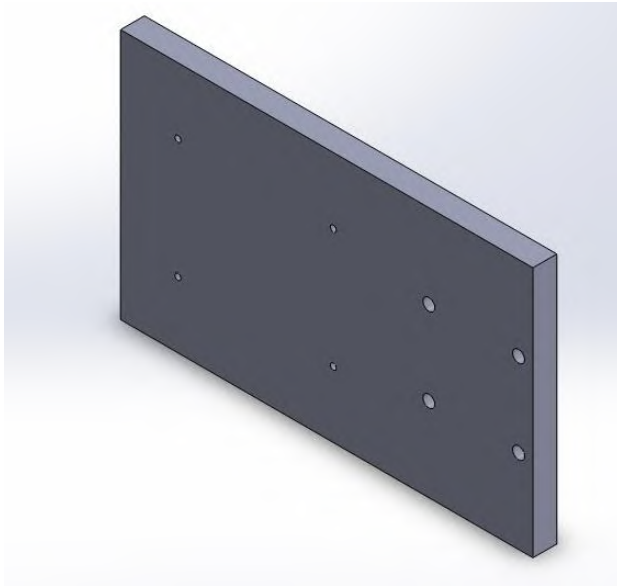


Gambar 4.12 Sket 2D Sliding Plate

Tabel 4.1 Perhitungan waktu pemotongan untuk *sliding plate*

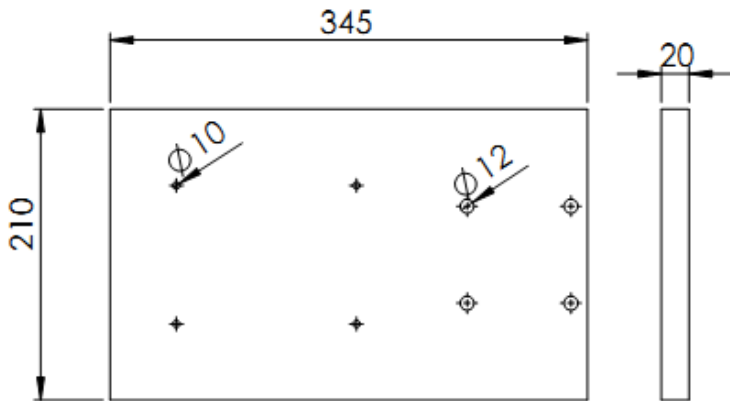
NO	Operasi Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Kecepatan makan dan waktu potong	
		a (mm)	d (mm)	vc (m/min)	z	n (rpm)	n (rpm) (Yang digunakan)	f (mm/rev)	lv (mm)	lw (mm)	ln (mm)	lt (mm)	vf (mm/min)	tc (min)
1	Facing Ø20mm (6x, 2 sisi)	2	20	36,58	4	530,73	475	0,4	2	120	10	132	760	0,17
2	Endmill Ø5mm (4 sisi)	2,5	5	36,58	4	2122,9	1500	0,1	2	120	3	125	600	0,21
3	Drilling Ø10mm (7 Lubang)	5	10	24	2	764,3	750	0,1	2	12	3	17	150	0,25
4	Drilling Ø17mm (4 Lubang)	8,5	17	24	2	449,6	375	0,175	2	12	4	18	131,25	0,34
5	Drilling Ø20mm (2 Lubang)	10	20	24	2	382,1	375	0,175	2	12	6	20	131,25	0,364
6	Facemill Ø20mm (6x, 2 sisi)	0,2	20	36,58	4	582,4	600	0,1	2	120	10	132	240	0,55
7	Endmill Ø5mm (4 sisi)	0,2	5	36,58	4	2329,9	1500	0,025	2	120	3	125	150	0,83

4.3.3 Proses pembuatan Base Plate



Gambar 4.13 Base Plate

Dalam proses pembuatan *Base Plate* ini menggunakan bahan *Mild Steel* Tipe VCN 150 dengan mata bor HSS merk nachi yang berdiameter 10mm, dan 12mm untuk proses gurdi dan pahat *carbide surface mill 4 flutes* dengan diameter 50mm dan 5mm untuk proses freis. *Base Plate* ini berfungsi sebagai alas dari mesin press panas.

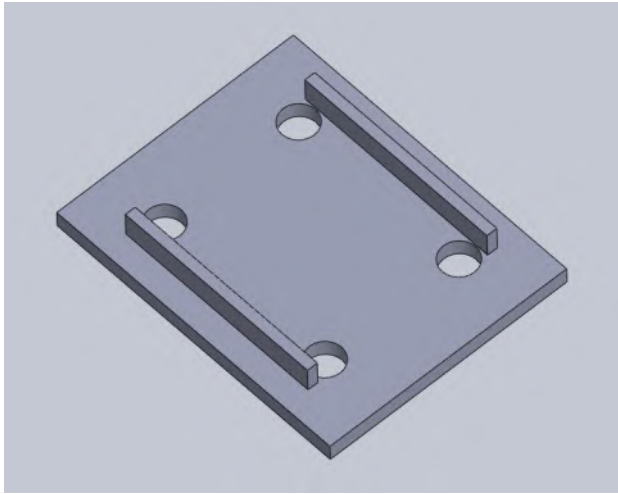


Gambar 4.14 Sket 2D Base Plate

Tabel 4.2 Perhitungan waktu pemotongan untuk *Base plate*

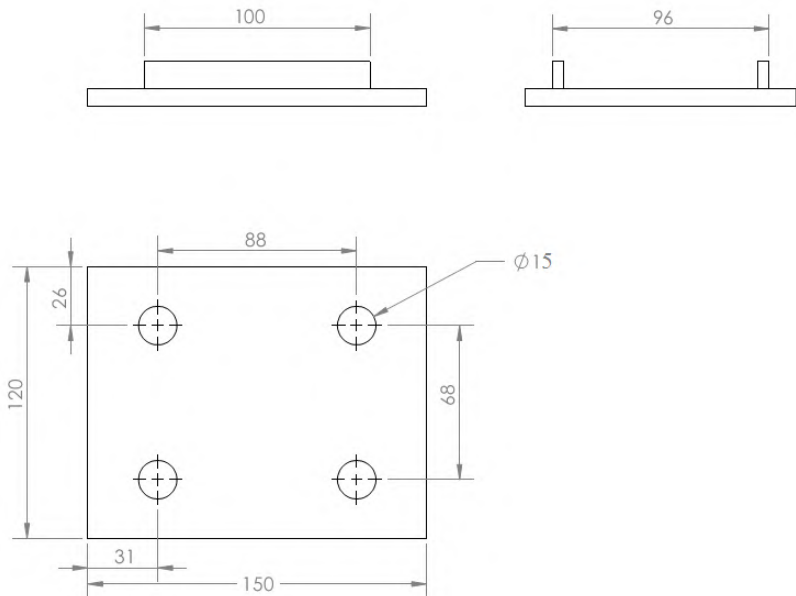
NO	Operasi Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Kecepatan makan dan waktu potong	
		a (mm)	d (mm)	vc (m/min)	z	n (rpm)	n (rpm) (Yang digunakan)	f (mm/rev)	lv (mm)	lw (mm)	ln (mm)	lt (mm)	vf (mm/min)	tc (min)
1	Facing Ø50mm (7x, 2 sisi)	2	50	36,58	4	232,9	235	0,4	2	345	25	372	376	0,98
2	Endmill Ø5mm (2 sisi)	2,5	5	36,58	4	2329	1500	0,1	2	345	3	350	600	0,58
3	Endmill Ø5mm (2 sisi)	2,5	5	36,58	4	2329	1500	0,1	2	210	3	215	600	0,35
4	Drilling Ø10mm (4 Lubang)	5	10	24	2	764,3	750	0,1	2	20	3	25	150	0,459
5	Drilling Ø12mm (4 Lubang)	6	12	24	2	636,9	600	0,1	2	20	4	26	131,25	0,602
6	Facing Ø50mm (7x, 2 sisi)	0,2	50	36,58	4	232,9	235	0,1	2	345	25	372	94	3,95
7	Endmill Ø5mm (2 sisi)	0,2	5	36,58	4	2329	1500	0,025	2	345	3	350	150	2,33
8	Endmill Ø5mm (2 sisi)	0,2	5	36,58	4	2329	1500	0,025	2	210	3	215	150	1,43

4.3.4 Proses pembuatan Pusher Plate



Gambar 4.15 Pusher Plate

Dalam proses pembuatan *Pusher Plate* ini menggunakan bahan *Mild Steel* Tipe VCN 150 dengan tebal 12mm dan digunakan mata bor HSS merk nachi yang berdiameter 15mm untuk proses gurdi dan pahat *carbide surface mill 4 flutes* dengan diameter 20mm dan 5mm untuk proses freis. *Pusher Plate* ini digunakan sebagai alas tumpuan pegas dari silinder pneumatik. Untuk alas tumpuan ini digunakan 2 batang sebagai tumpuannya. Untuk batang tumpuan dari pegas terhadap alas tumpuan pegasnya dilakukan proses pengelasan.

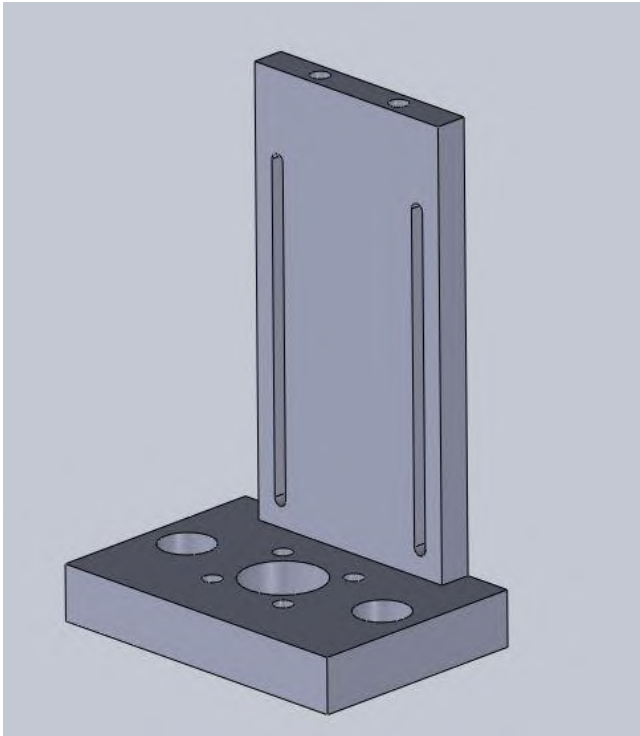


Gambar 4.16 Sket 2D Pusher Plate

Tabel 4.3 Perhitungan waktu pemotongan untuk *Pusher plate*

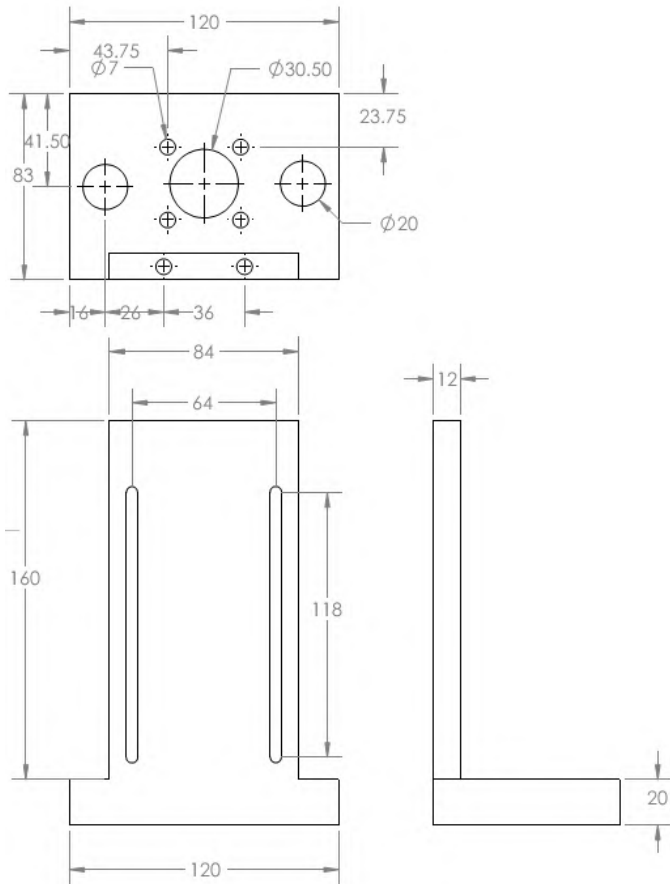
NO	Operasi Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Kecepatan makan dan waktu potong	
		a (mm)	d (mm)	vc (m/min)	z	n (rpm)	n (rpm) (Yang digunakan)	f (mm/rev)	lv (mm)	lw (mm)	ln (mm)	lt (mm)	vf (mm/min)	tc (min)
1	Facing Ø20mm (6x, 2 sisi)	2	20	36,58	4	582,4	600	0,4	2	150	10	162	960	0,16
2	Endmill Ø5mm (2 sisi)	2,5	5	36,58	4	2329	1500	0,1	2	120	3	125	600	0,2
3	Endmill Ø5mm (2 sisi)	2,5	5	36,58	4	2329	1500	0,1	2	150	3	155	600	0,25
4	Drilling Ø15mm (4 Lubang)	7,5	15	24	2	509,5	475	0,175	2	12	4	18	166	0,108
5	Facemill Ø20mm (7x, 2 sisi)	0,2	20	36,58	4	582,4	600	0,1	2	150	10	162	240	0,67
6	Endmill Ø5mm (2 sisi)	0,2	5	36,58	4	2329	1500	0,025	2	120	3	125	150	0,83
7	Endmill Ø5mm (2 sisi)	0,2	5	36,58	4	2329	1500	0,025	2	150	3	155	150	1,03

4.3.5 Proses pembuatan Pneumatik Holder



Gambar 4.17 Pneumatik Holder

Dalam proses pembuatan *Pneumatik Holder* ini menggunakan bahan *Mild Steel* Tipe VCN 150 dengan mata bor HSS merk nachi yang berdiameter 7mm, dan 20mm untuk proses gurdi dan pahat *carbide surface mill 4 flutes* dengan diameter 20mm 5mm, dan 9mm untuk proses freis. *Pneumatik Holder* ini berfungsi sebagai tempat penahan silinder pneumatik. Lalu untuk tebal bagian tegak adalah 12 mm dan untuk tebal alasnya adalah 20 mm.



Gambar 4.18 Sket 2D Pneumatik Holder

Tabel 4.4 Perhitungan waktu pemotongan untuk *Pneumatik Holder* Bagian I

Bagian I

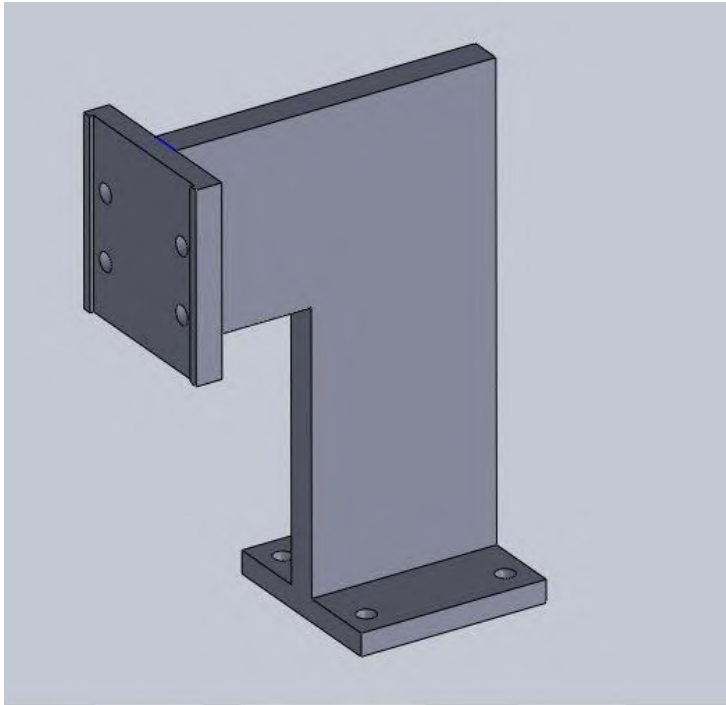
NO	Operasi Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Kecepatan makan dan waktu potong	
		a (mm)	d (mm)	vc (m/min)	z	n (rpm)	n (rpm) (Yang digunakan)	f (mm/rev)	lv (mm)	lw (mm)	ln (mm)	lt (mm)	vf (mm/min)	tc (min)
1	Facing Ø20mm (5x, 2 sisi)	2	20	36,58	4	582,4	600	0,4	2	120	10	132	960	0,13
2	Endmill Ø5mm (2 sisi)	2,5	5	36,58	4	2329	1500	0,1	2	83	3	88	600	0,14
3	Endmill Ø5mm (2 sisi)	2,5	5	36,58	4	2329	1500	0,1	2	120	3	125	600	0,2
4	Drilling Ø7mm (4 Lubang)	3,5	7	24	2	1091	1180	0,1	2	20	3	25	236	0,105
5	Drilling Ø20mm (3 Lubang)	10	20	24	2	382,1	375	0,175	2	20	4	26	131,25	0,19
6	Facemill Ø20mm (5x, 2 sisi)	0,2	20	36,58	4	582,4	600	0,1	2	120	10	132	240	0,55
7	Endmill Ø5mm (2 sisi)	0,2	5	36,58	4	2329	1500	0,025	2	83	3	88	150	0,58
8	Endmill Ø5mm (2 sisi)	0,2	5	36,58	4	2329	1500	0,025	2	120	3	125	150	0,83

Tabel 4.5 Perhitungan waktu pemotongan untuk *Pneumatik Holder* Bagian II

Bagian II

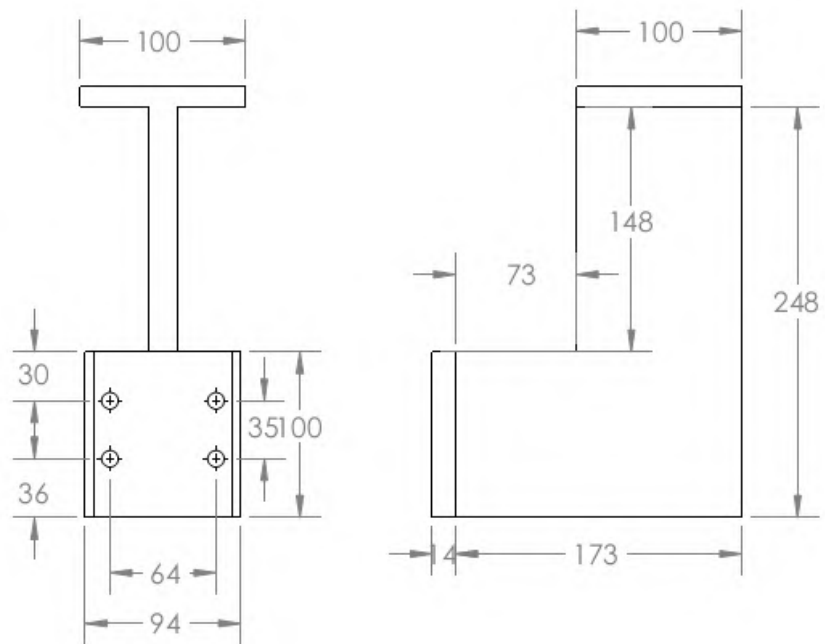
NO	Operasi Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Kecepatan makan dan waktu potong	
		a (mm)	d (mm)	vc (m/min)	z	n (rpm)	n (rpm) Yang digunakan	f (mm/rev)	lv (mm)	lw (mm)	ln (mm)	lt (mm)	vf (mm/min)	tc (min)
1	Facing Ø20mm (5x, 2 sisi)	2	20	36,58	4	582,4	600	0,4	2	160	10	172	960	0,17
2	Endmill Ø5mm (2 sisi)	2,5	5	36,58	4	2329	1500	0,1	2	160	3	165	600	0,27
3	Endmill Ø5mm (2 sisi)	2,5	5	36,58	4	2329	1500	0,1	2	83	3	88	600	0,14
4	Drilling Ø7mm (2 Lubang)	3,5	7	24	2	1091	1180	0,1	2	12	3	17	236	0,72
5	Endmill Ø9mm (2x)	4,5	9	36,58	4	1294	1180	0,1	2	118	5	125	472	0,26
6	Facemill Ø20mm (5x, 2 sisi)	0,2	20	36,58	4	582,4	600	0,1	2	160	10	172	240	0,71
7	Endmill Ø5mm (2 sisi)	0,2	5	36,58	4	2329	1500	0,025	2	160	3	165	150	1,1
8	Endmill Ø5mm (2 sisi)	0,2	5	36,58	4	2329	1500	0,025	2	83	3	88	150	0,58
9	Endmill Ø9mm (2x)	0,2	9	36,58	4	1294	1180	0,025	2	118	3	123	118	1,04

4.3.6 Proses pembuatan Rangka Mesin



Gambar 4.19 Rangka Mesin

Dalam proses pembuatan Rangka Mesin ini menggunakan bahan *Mild Steel* Tipe VCN 150 dengan mata bor HSS merk nachi yang berdiameter 8mm untuk proses guri dan pahat *carbide surface mill 4 flutes* dengan diameter 20mm dan 5mm untuk proses freis. Kerangka Mesin ini berfungsi sebagai kerangka atau untuk menahan semua bagian mesin press panas agar tidak mengalami guncangan saat dioperasikan. Untuk penyambungan bagian-bagian dari kerangka dilakukan proses pengelasan.



Gambar 4.20 Sket 2D Rangka Mesin

Tabel 4.6 Perhitungan waktu pemotongan untuk Rangka Mesin Bagian I

Bagian I

NO	Operasi Pemesinan	Kondisi Pemotongan										Kecepatan makan dan waktu potong		
		a (mm)	d (mm)	vc (m/min)	z	n (rpm)	n (rpm) (Yang digunakan)	f (mm/rev)	lv (mm)	lw (mm)	ln (mm)	lt (mm)	vf (mm/min)	tc (min)
1	Facing Ø20mm (5x, 2 sisi)	2	20	36,58	4	582,4	600	0,4	2	100	10	112	960	0,11
2	Endmill Ø5mm (2 sisi)	2,5	5	36,58	4	2329	1500	0,1	2	100	3	105	600	0,17
3	Endmill Ø5mm (2 sisi)	2,5	5	36,58	4	2329	1500	0,1	2	94	3	99	600	0,16
4	Drilling Ø8mm (4 Lubang)	4	8	24	2	955,4	950	0,1	2	14	2	18	190	0,94
5	Facemill Ø20mm (5x, 2 sisi)	0,2	20	36,58	4	582,4	600	0,1	2	100	10	112	240	0,46
6	Endmill Ø5mm (2 sisi)	0,2	5	36,58	4	2329	1500	0,025	2	100	3	105	150	0,7
7	Endmill Ø5mm (2 sisi)	0,2	5	36,58	4	2329	1500	0,025	2	94	3	99	150	0,66

Tabel 4.7 Perhitungan waktu pemotongan untuk Rangka Mesin Bagian II

Bagian II

NO	Operasi Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Kecepatan makan dan waktu potong	
		a (mm)	d (mm)	vc (mm/min)	z	n (rpm)	n (rpm) (Yang digunakan)	f (mm/rev)	lv (mm)	lw (mm)	ln (mm)	lt (mm)	vf (mm/min)	tc (min)
1	Facing Ø20mm (6x, 2 sisi)	2	20	36,58	4	582,4	600	0,4	2	248	10	260	960	0,27
2	Endmill Ø5mm (2 sisi)	2,5	5	36,58	4	2329	1500	0,1	2	421	3	426	600	0,71
3	Drilling Ø8mm (4 Lubang)	4	8	24	2	955,4	950	0,1	2	14	2	18	190	0,94
4	Facemill Ø20mm (5x, 2 sisi)	0,2	20	36,58	4	582,4	600	0,1	2	248	10	260	240	1,08
5	Endmill Ø5mm (2 sisi)	0,2	5	36,58	4	2329	1500	0,025	2	421	3	426	150	2,84

4.3.7 Proses pembuatan Top Heater Cover

Dalam proses pembuatan *Top Heater Cover* ini menggunakan bahan *Mild Steel Tipe VCN 150* dan digunakan mata bor HSS merk nachi yang berdiameter 4mm untuk proses gurdi dan pahat *carbide surface mill 4 flutes* dengan diameter

20mm dan 5mm untuk proses freis. *Top Heater Cover* ini digunakan untuk melindungi bagian atas pemanas.

Tabel 4.8 Perhitungan waktu pemotongan untuk *Top Heater Cover*

NO	Operasi Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Kecepatan makan dan waktu potong	
		a (mm)	d (mm)	vc (mm/min)	z	n (rpm)	n (rpm) (Yang digunakan)	f (mm/rev)	lv (mm)	lw (mm)	ln (mm)	lt (mm)	vf (mm/min)	tc (min)
1	Facing Ø20mm (6x, 2 sisi)	2	20	36,58	4	582,48	600	0,4	2	180	10	192	960	0,2
2	Endmill Ø5mm (4 sisi)	2,5	5	36,58	4	2329	1500	0,1	2	180	3	185	600	0,3
3	Drilling Ø4mm (4 Lubang)	2	4	24	2	1900	1500	0,1	2	12	2	16	300	0,053
4	Facemill Ø20mm (6x, 2 sisi)	0,2	20	36,58	4	582,4	600	0,1	2	180	10	192	240	0,8
5	Endmill Ø5mm (4 sisi)	0,2	5	36,58	4	2329,9	1500	0,025	2	180	3	185	150	1,23

4.3.8 Proses pembuatan Bottom Heater Cover

Dalam proses pembuatan *Bottom Heater Cover* ini menggunakan bahan *Mild Steel Tipe VCN 150* dan digunakan mata bor HSS merk nachi yang berdiameter 5mm untuk proses gurdi dan pahat *carbide surface mill 4 flutes* dengan diameter 20mm dan 5mm untuk proses freis. *Bottom Heater Cover* ini digunakan untuk melindungi bagian bawah pemanas.

Tabel 4.9 Perhitungan waktu pemotongan untuk *Bottom Heater Cover*

NO	Operasi Pemesinan	Kondisi Pemotongan											Kecepatan makan dan waktu potong	
		a (mm)	d (mm)	vc (m/min)	z	n (rpm)	n (rpm) (Yang digunakan)	f (mm/rev)	lv (mm)	lw (mm)	ln (mm)	lt (mm)	vf (mm/min)	tc (min)
1	Facing Ø20mm (6x, 2 sisi)	2	20	36,58	4	582,5	600	0,4	2	160	10	172	960	0,17
2	Endmill Ø5mm (4 sisi)	2,5	5	36,58	4	2329	1500	0,1	2	160	3	165	600	0,27
3	Drilling Ø5mm (10 Lubang)	2,5	5	24	2	1528	1500	0,1	2	12	3	17	300	0,056
4	Facemill Ø20mm (6x, 2 sisi)	0,2	20	36,58	4	582,4	600	0,1	2	160	10	172	240	0,71
5	Endmill Ø5mm (4 sisi)	0,2	5	36,58	4	2330	1500	0,025	2	160	3	165	150	1,1

4.4 Perhitungan Proses & Biaya Produksi

Dalam suatu proses pemesinan perlu diketahuinya ongkos sebenarnya dalam pembuatan suatu produk atau komponen mesin. Dengan mengetahui ongkos pembuatan produk atau mesin maka nantinya akan dapat diperkirakan jumlah keuntungan yang diperoleh jika mesin tersebut dipasarkan.

Dalam sub bab ini akan membahas ongkos pembuatan beberapa komponen. Setelah diperoleh data – data dari tiap komponen produksi baik waktu pemesinan, harga material, dll maka dapat dilakukan analisa biaya produksi pada mesin ini. Ongkos suatu produk dapat ditentukan oleh harga material dan ongkos produksi yang terdiri dari beberapa proses pemesinan.

4.4.1 Waktu Proses Pemesinan

Berikut adalah tabel waktu yang dibutuhkan untuk setiap proses komponen dari Mesin Press Panas Pneumatik:

Tabel 4.10 Waktu proses pembuatan *Top Pneumatik Holder*

No	Langkah pengerjaan	Waktu (menit)
1	Periksa gambar dan ukuran	5
2	Mempersiapkan mesin freis	5
3	Mengukur benda kerja	5
4	Memasang benda kerja pada ragum	2
5	Pemasangan dan penggantian mata bor	3
6	Proses <i>drilling</i>	1,45
7	Pemasangan dan penggantian pahat freis	3
8	Proses <i>Milling</i>	11,42
9	Melepas benda kerja dari ragum	2
10	Pengukuran benda kerja	3
11	Pemeriksaan akhir	5
	Total waktu pembuatan	35,87

Jadi jumlah waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan *Top Pneumatik Holder* adalah 35,87 menit.

Tabel 4.11 Waktu proses pembuatan *Sliding Plate*

No	Langkah pengerjaan	Waktu (menit)
1	Periksa gambar dan ukuran	5
2	Mempersiapkan mesin freis	5
3	Mengukur benda kerja	5
4	Memasang benda kerja pada ragum	2
5	Pemasangan dan penggantian mata bor	3
6	Proses <i>drilling</i>	3,83
7	Pemasangan dan penggantian pahat freis	3
8	Proses <i>Milling</i>	12,8
9	Melepas benda kerja dari ragum	2
10	Pengukuran benda kerja	3
11	Pemeriksaan akhir	5
	Total waktu pembuatan	49,63

Jadi jumlah waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan *Sliding Plate* adalah 49,63 menit.

Tabel 4.12 Waktu proses pembuatan *Base Plate*

No	Langkah pengerjaan	Waktu (menit)
1	Periksa gambar dan ukuran	5
2	Mempersiapkan mesin freis	5
3	Mengukur benda kerja	5
4	Memasang benda kerja pada ragum	2
5	Pemasangan dan penggantian mata bor	3
6	Proses <i>drilling</i>	4,24
7	Pemasangan dan penggantian pahat freis	3
8	Proses <i>Milling</i>	41,16
9	Melepas benda kerja dari ragum	2
10	Pengukuran benda kerja	3
11	Pemeriksaan akhir	5
	Total waktu pembuatan	78,4

Jadi jumlah waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan *Base Plate* adalah 78,4 menit

Tabel 4.13 Waktu proses pembuatan *Pusher Plate*

No	Langkah pengerjaan	Waktu (menit)
1	Periksa gambar dan ukuran	5
2	Mempersiapkan mesin freis	5
3	Mengukur benda kerja	5
4	Memasang benda kerja pada ragum	2
5	Pemasangan dan penggantian mata bor	3
6	Proses <i>drilling</i>	0,43
7	Pemasangan dan penggantian pahat freis	3
8	Proses <i>Milling</i>	15,92
9	Melepas benda kerja dari ragum	2
10	Pengukuran benda kerja	3
11	Pemeriksaan akhir	5
	Total waktu pembuatan	49,35

Jadi jumlah waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan *Pusher Plate* adalah 49,35 menit.

Tabel 4.14 Waktu proses pembuatan *Pneumatik Holder*

No	Langkah pengerjaan	Waktu (menit)
1	Periksa gambar dan ukuran	5
2	Mempersiapkan mesin freis	5
3	Mengukur benda kerja	5
4	Memasang benda kerja pada ragum	2
5	Pemasangan dan penggantian mata bor	3
6	Proses <i>drilling</i>	2,43
7	Pemasangan dan penggantian pahat freis	3
8	Proses <i>Milling</i>	25,88
9	Melepas benda kerja dari ragum	2
10	Pengukuran benda kerja	3
11	Pemeriksaan akhir	5
	Total waktu pembuatan	61,31

Jadi jumlah waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan *Pneumatik Holder* Adalah 61,31 menit.

Tabel 4.15 Waktu proses pembuatan Rangka Mesin

No	Langkah pengerjaan	Waktu (menit)
1	Periksa gambar dan ukuran	5
2	Mempersiapkan mesin freis	5
3	Mengukur benda kerja	5
4	Memasang benda kerja pada ragum	2
5	Pemasangan dan penggantian mata bor	3
6	Proses <i>drilling</i>	7,52
7	Pemasangan dan penggantian pahat freis	3
8	Proses <i>Milling</i>	30,22
9	Melepas benda kerja dari ragum	2
10	Pengukuran benda kerja	3
11	Pemeriksaan akhir	5
	Total waktu pembuatan	70,74

Jadi jumlah waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan Rangka Mesin adalah 70,74 menit.

Tabel 4.16 Waktu proses pembuatan *Top Heater Cover*

No	Langkah pengerjaan	Waktu (menit)
1	Periksa gambar dan ukuran	5
2	Mempersiapkan mesin freis	5
3	Mengukur benda kerja	5
4	Memasang benda kerja pada ragum	2
5	Pemasangan dan penggantian mata bor	3
6	Proses <i>drilling</i>	0,212
7	Pemasangan dan penggantian pahat freis	3
8	Proses <i>Milling</i>	18,12
9	Melepas benda kerja dari ragum	2
10	Pengukuran benda kerja	3
11	Pemeriksaan akhir	5
	Total waktu pembuatan	51,33

Jadi jumlah waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan *Top Heater Cover* adalah 51,33 menit.

Tabel 4.17 Waktu proses pembuatan *Bottom Heater Cover*

No	Langkah pengerjaan	Waktu (menit)
1	Periksa gambar dan ukuran	5
2	Mempersiapkan mesin freis	5
3	Mengukur benda kerja	5
4	Memasang benda kerja pada ragum	2
5	Pemasangan dan penggantian mata bor	3
6	Proses <i>drilling</i>	0,56
7	Pemasangan dan penggantian pahat freis	3
8	Proses <i>Milling</i>	16,04
9	Melepas benda kerja dari ragum	2
10	Pengukuran benda kerja	3
11	Pemeriksaan akhir	5
	Total waktu pembuatan	49,6

Jadi jumlah waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan *Bottom Heater Cover* adalah 49,6 menit.

4.4.2 Waktu Perakitan

Dalam pembuatan suatu alat atau mesin tentunya dibutuhkan suatu perakitan untuk merakit semua komponen yang sudah ada menjadi suatu alat yang dapat berfungsi dengan baik sesuai perencanaan awal. Oleh karena itu perlu adanya waktu perakitan agar dapat diketahui berapa lama waktu yang digunakan untuk perakitan Mesin Press PanasPneumatik ini. Sebelum menentukan waktu perakitan seluruhnya perlu diketahui waktu pembautan. Waktu pembautan diasumsikan rata-rata setiap pembautan adalah 2 menit.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Pembautan} &= \text{waktu rata-rata pembautan} \times \text{banyak baut} \\
 &= 2 \text{ menit} \times 12 \\
 &= 24 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.18 Waktu perakitan

No	Langkah pengerjaan	Waktu (menit)
1	Periksa gambar dan ukuran	10
2	Mempersiapkan Peralatan	10
3	Waktu penggantian alat bantu	15
4	Waktu penyatuan antar komponen	15
5	Waktu Pembautan	24
6	Pemeriksaan akhir	20
	Total waktu pembuatan	94

Jadi jumlah waktu yang dibutuhkan untuk proses perakitan adalah 94 menit.

4.4.3 Waktu Penyelesaian (*Finishing*)

Dalam pembuatan suatu alat atau mesin tentunya dibutuhkan proses penyelesaian atau finishing yaitu dengan pengecatan sebagai sarana untuk memperindah mesin agar lebih enak dipandang mata dan menjaga mesin dari korosi.

Tabel 4.19 Waktu Penyelesaian (*Finishing*)

No	Langkah pengerjaan	Waktu (menit)
1	Periksa gambar dan ukuran	10
2	Mempersiapkan Peralatan	10
3	Waktu pengisian ulang cat	30
4	Waktu pengamplasan dan pembersihan	30
5	Waktu Proses pengecatan	60
6	Pemeriksaan akhir	20
	Total waktu pembuatan	160

Jadi jumlah waktu yang dibutuhkan untuk proses perakitan adalah 160 menit.

4.4.4 Waktu Non Produktif

Waktu non produktif umumnya selalu terjadi dalam setiap proses pembuatan alat atau mesin. Waktu non produktif adalah waktu tambahan yang terjadi akibat pengoperasian mesin yang membutuhkan perubahan posisi, kecepatan mesin, sudut, penggantian pahat, dll. Waktu ini juga tergantung dari operator yang mengerjakan setiap proses pemesinan. Lama waktu non produktif ini ditentukan **4 jam**.

4.4.5 Total Waktu Proses Pembuatan Alat

Total waktu keseluruhan pembuatan alat adalah: waktu pemesinan + Waktu Perakitan + Waktu Penyelesaian + Waktu Non Produktif = $7,43 + 1,34 + 2,4 + 4 = 15,17$ jam

Jadi jumlah waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan alat adalah $15,17 \gg 15$ jam 17 menit.

4.4.6 Perhitungan Biaya

Dalam pembuatan mesin perlu ditentukan perhitungan biaya agar nantinya biaya yang dikeluarkan dalam proses pembuatan mesin dapat seminimal mungkin. Untuk menganalisa suatu biaya yang dikeluarkan dalam proses manufaktur dibutuhkan antara lain:

- Biaya Material
- Biaya Bengkel
- Biaya Tak Terduga

4.4.6.1 Biaya Material

Dalam proses pembuatan mesin ini dibutuhkan biaya material, yang dimaksud biaya material disini adalah biaya yang digunakan untuk membeli komponen, material, dll. Oleh karena itu agar dapat diketahui besarnya biaya yang dikeluarkan perlu diketahui terlebih dahulu jenis material yang digunakan dan massanya. Seperti diketahui dari proses pemesinan diatas material yang digunakan untuk pembuatan mesin ini adalah *Mild Steel* Tipe VCN 150.

Sebelum mengetahui biaya material, perlu diketahui terlebih dahulu massa dari setiap material. Berikut adalah perhitungan massa material:

Top Pneumatik Holder

Volume material: $0,000077 \text{ m}^3$

Massa Jenis besi: 7850 kg/m^3

Harga material per kg adalah Rp. 60.000

Sehingga dapat diketahui massa dari benda kerja adalah:

Massa material (kg) = Volume Material (m^3) x Massa jenis (kg/m^3)

$$= 0,000077 \text{m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0,60 \text{ kg}$$

Jadi Massa dari *top pneumatik holder* adalah 0,60 kg

Sliding Plate

Volume material: $0,000270 \text{ m}^3$

Massa Jenis besi: 7850 kg/m^3

Harga material per kg adalah Rp. 60.000

Sehingga dapat diketahui massa dari benda kerja adalah:

Massa material (kg) = Volume Material (m^3) x Massa jenis (kg/m^3)

$$= 0,000270\text{m}^3 \times 7850 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$= 2,11 \text{ kg}$$

Jadi Massa dari *sliding plate* adalah 2,11 kg

Base Plate

Volume material: $0,001932 \text{ m}^3$

Massa Jenis besi: $7850 \text{ kg}/\text{m}^3$

Harga material per kg adalah Rp. 60.000

Sehingga dapat diketahui massa dari benda kerja adalah:

Massa material (kg) = Volume Material (m^3) x Massa jenis (kg/m^3)

$$= 0,001932\text{m}^3 \times 7850 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$= 15,16 \text{ kg}$$

Jadi Massa dari *base plate* adalah 15,16 kg

Pusher Plate

Volume material: $0,000250 \text{ m}^3$

Massa Jenis besi: $7850 \text{ kg}/\text{m}^3$

Harga material per kg adalah Rp. 60.000

Sehingga dapat diketahui massa dari benda kerja adalah:

Massa material (kg) = Volume Material (m^3) x Massa jenis (kg/m^3)

$$= 0,000250\text{m}^3 \times 7850 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$= 1,96 \text{ kg}$$

Jadi Massa dari *pusher plate* adalah 1,96 kg

Pneumatik Holder

Volume material: $0,000599 \text{ m}^3$

Massa Jenis besi: $7850 \text{ kg}/\text{m}^3$

Harga material per kg adalah Rp. 60.000

Sehingga dapat diketahui massa dari benda kerja adalah:

Massa material (kg) = Volume Material (m^3) x Massa jenis (kg/m^3)

$$= 0,000599m^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$= 4,70 \text{ kg}$$

Jadi Massa dari *pneumatik holder* adalah 4,70 kg

Rangka Mesin

Volume material: $0,001524 \text{ m}^3$

Massa Jenis besi: 7850 kg/m^3

Harga material per kg adalah Rp. 60.000

Sehingga dapat diketahui massa dari benda kerja adalah:

Massa material (kg) = Volume Material (m^3) x Massa jenis (kg/m^3)

$$= 0,001524m^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$= 11,96 \text{ kg}$$

Jadi Massa dari rangka mesin adalah 11,96 kg

Top Heater Cover

Volume material: $0,000702 \text{ m}^3$

Massa Jenis besi: 7850 kg/m^3

Harga material per kg adalah Rp. 60.000

Sehingga dapat diketahui massa dari benda kerja adalah:

Massa material (kg) = Volume Material (m^3) x Massa jenis (kg/m^3)

$$= 0,000702m^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$= 5,51 \text{ kg}$$

Jadi Massa dari *top heater cover* adalah 5,51 kg

Bottom Heater Cover

Volume material: $0,000416 \text{ m}^3$

Massa Jenis besi: 7850 kg/m^3

Harga material per kg adalah Rp. 60.000

Sehingga dapat diketahui massa dari benda kerja adalah:

Massa material (kg) = Volume Material (m³) x Massa jenis (kg/m³)

$$= 0,000416\text{m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$= 3,26 \text{ kg}$$

Jadi Massa dari *bottom heater cover* adalah 3,26 kg

Tabel 4.20 Biaya material & Komponen Mesin Press Panas Pneumatik berbasis 2 *Control Relay*

No	Komponen	Jumlah	Harga Satuan	Total
1	Mild Steel	46kg	Rp60.000	Rp2.760.000
2	Silinder Pneumatik	1	Rp300.000	Rp300.000
3	Bearing	4	Rp5.000	Rp20.000
4	Dies & Punch	1	Rp1.200.000	Rp1.200.000
5	Heater	1	Rp250.000	Rp250.000
6	Kotak Control Panel	1	Rp500.000	Rp500.000
7	RTD	1	Rp150.000	Rp150.000
8	Baut & Mur Ø4	8	Rp. 1.000	Rp8.000
9	Baut & Mur Ø8	4	Rp. 1.500	Rp6.000
10	Kabel	6m	Rp.5000	Rp,30.000
11	Pressure Regulator	1	Rp 400.000	Rp400.000
12	Control Relay	2	Rp33.000	Rp66.000
13	D4V Limit Switch	2	Rp122.000	Rp244.000
14	Analog Timer H3BA	2	Rp190.000	Rp380.000
15	Analog Timer H3CR	1	Rp210.000	Rp210.000
16	Saklar	3	Rp10.000	Rp30.000
17	Lampu	4	Rp2.500	Rp10.000
	Total			Rp.6.564.000

4.4.6.2 Biaya Bengkel

Dalam pembuatan mesin ini dibutuhkan biaya bengkel, biaya bengkel yang dimaksud disini adalah biaya penggunaan mesin yang didapat dengan mengalikan jumlah waktu kerja mesin dan biaya perjamnya. Biaya bengkel disini sudah termasuk dengan biaya pahat dan juga biaya listrik. Dalam hal ini

digunakan jasa 2 orang pekerja atau operator yang mendapat upah Rp.15.000/jam.

Berdasarkan perhitungan waktu pemesinan, maka dapat diperoleh biaya bengkel seperti berikut:

Tabel 4.21 Biaya Bengkel

No	Mesin	Waktu Operasi (Jam)	Harga/jam (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Proses <i>Drilling</i>	0,34	Rp. 30.000	Rp. 10.200
2	Proses <i>Milling</i>	2,69	Rp. 50.000	Rp. 134.500
3	Las Listrik	0,56	Rp. 50.000	Rp. 28.000
	Total			Rp. 172.700

Selanjutnya dihitung biaya yang dibutuhkan untuk memberi upah kepada pekerja dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya operator} &= \text{Upah operator/jam} \times \text{jumlah operator} \times \text{total waktu pembuatan mesin} \\
 &= \text{Rp. 15.000} \times 2 \times 15,17 \text{ jam} = \text{Rp. 455.100}
 \end{aligned}$$

Maka total biaya bengkel adalah:

$$\begin{aligned}
 &= \text{Total biaya pemesinan} + \text{biaya operator} \\
 &= \text{Rp. 172.700} + \text{Rp. 455.100} \\
 &= \text{Rp. 627.800}
 \end{aligned}$$

4.4.6.3 Biaya Tak Terduga (*Overhead Cost*)

Dalam proses pembuatan mesin ini ada biaya tak terduga. Biaya tak terduga disini adalah biaya produksi selain biaya material dan biaya bengkel, diantaranya adalah biaya survey, transport, pengerjaan komponen yang gagal, dll. Besarnya biaya tak terduga pada pembuatan mesin press pneumatik ini ditentukan sebesar 5 % dari biaya bengkel dan material.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Tak Terduga} &= 5\% \times \text{Rp. } 627.800 + \text{Rp. } 6.564.000 \\
 &= 5\% \times \text{Rp. } 7.191.800 \\
 &= \text{Rp. } 359.590
 \end{aligned}$$

(Sumber: <http://quickbooks.intuit.com/r/expenses/how-to-calculate-and-track-overhead-costs/>)

4.4.6.4 Biaya Total

Biaya total pembuatan Mesin Press Panas Pneumatik didapat dari penjumlahan biaya yang telah dihitung yaitu:

Biaya Total = Biaya Material + Biaya Bengkel + Biaya Tak Terduga

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp. } 6.564.000 + \text{Rp. } 627.800 + \text{Rp. } 359.590 \\
 &= \text{Rp. } 7.551.390
 \end{aligned}$$

Jadi total biaya pembuatan mesin adalah Rp.7.551.390 dengan waktu pengerjaan 15,17 jam.

4.6 Harga Jual Mesin Press Pneumatik

Untuk menentukan besarnya harga jual dari mesin ini tidak hanya bergantung pada besarnya biaya pembuatan saja tetapi juga terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi harga jual mesin ini. Diantaranya adalah biaya promosi, laba yang diharapkan, serta besarnya pajak. Setelah semuanya sudah diketahui baru dapat ditentukan harga jual dari Mesin Press Pneumatik.

4.6.1 Biaya Promosi

Dalam pemasaran suatu barang diperlukan promosi sebagai sarana agar para pembeli tahu barang apa yang kita jual. Biaya promosi tentunya akan menjadi faktor vital dalam pemasaran suatu barang karena umumnya biaya yang dikeluarkan untuk promosi ini tidak sedikit dan dapat membawa keuntungan yang besar jika biaya promosi digunakan dengan baik dan tepat sasaran. Promosi yang akan dilakukan diantaranya bisa dengan

pembuatan website, pengiriman proposal ke perusahaan industri kecil dan menengah untuk kerja sama, dan juga pembuatan brosur. Biaya untuk promosi ini belum bisa ditentukan karena belum dilakukan penjualan dan promosi untuk mesin ini.

4.6.2 Laba yang diharapkan

Dalam penjualan suatu barang tentunya pihak produsen ingin mendapatkan keuntungan. Untuk mendapatkan keuntungan perlu ditentukan laba yang diharapkan. Didalam menentukan laba yang diharapkan kita tidak boleh asal menentukan, kita harus melihat kondisi pasar yang ada, karena apabila harga yang dijual tidak cocok di pasaran bukannya untung justru akan rugi besar nantinya. Oleh karena itu perkiraan laba yang diharapkan adalah Rp. 1.000.000/produk. Menurut survey yang telah dilakukan kebanyakan besar mesin press yang dijual adalah kisaran harga Rp.10.000.000/produk, jadi diperkirakan mesin ini akan mampu bersaing di pasaran.

4.6.3 Pajak

Dalam penjualan produk berharga jutaan rupiah tentunya akan dikenakan pajak oleh pemerintah. Besarnya pajak yang akan dikenakan oleh mesin ini adalah 10%. Jadi besarnya pajak yang dibebankan untuk penjualan per unitnya adalah:

$$\begin{aligned}\text{Harga Pajak} &= (\text{Biaya Total} + \text{Laba}) \times 10\% \\ &= (\text{Rp. } 7.551.390 + \text{Rp. } 1.000.000) \times 10\% \\ &= \text{Rp. } 855.139\end{aligned}$$

Sehingga besarnya harga jual mesin press pneumatik per unitnya adalah:

$$\begin{aligned}\text{Harga Jual} &= \text{Rp. } 7.551.390 + 1.000.000 + \text{Rp. } 855.139 \\ &= \text{Rp. } 9.406.529\end{aligned}$$

4.7 Break Event Point (BEP) atau Titik Impas

Disini dilakukan analisa titik impas atau *Break Even Point* untuk menentukan dan mencari jumlah mesin yang harus dijual kepada konsumen dengan harga tertentu untuk menutupi biaya-biaya yang timbul serta mendapatkan keuntungan / profit.

$$X = TFC / (P - V)$$

$$X = (\text{Biaya Pajak gedung} + \text{Biaya Asuransi gedung}) / (\text{Harga Jual mesin press pneumatik per unit} - \text{Biaya Produksi mesin press pneumatik per unit})$$

$$X = (Rp. 8.000.000 + Rp. 6.000.000) / (Rp. 9.406.529 - Rp. 7.551.390)$$

$$X = 7,54 = 8 \text{ Unit}$$

TFC diatas adalah biaya tetap yang dibutuhkan untuk biaya pajak gedung dan biaya asuransi gedung, sedangkan *P* adalah harga jual mesin press panas pneumatik per unit dan *V* adalah biaya produksi yang dibutuhkan untuk membuat mesin press panas pneumatik.

4.8 Perhitungan Proses Pemesinan dan Biaya Produksi dengan bantuan software Matlab

Dalam tugas akhir ini digunakan pemrograman matlab GUI untuk membantu perhitungan proses pemesinan dan biaya produksi. Dari pemrograman tersebut dihasilkan suatu *software* atau aplikasi untuk memudahkan perhitungan proses pemesinan dan biaya produksi. Berikut adalah tampilan dari aplikasi yang sudah dibuat dari pemrograman matlab GUI:

untitled

Top Pneumat... ☐ Milling ☐ Drilling

Proses Pemesinan

a (mm) [input] n (rpm) [output]

d (mm) [input] lt (mm) [output]

vc (m/min) [input] vf (mm/min) [output]

z [input] tc (min) [output]

f (mm/rev) [input]

lv (mm) [input]

lw (mm) [input]

ln (mm) [input]

Biaya Produksi

Biaya Material (Rp) [input]

Biaya Pemesinan (Rp) [input]

Biaya Operator (Rp) [input]

Biaya Bengkel (Rp) [input]

Biaya Tak Terduga (Rp) [input]

Biaya Total (Rp) [input]

Hitung

Hapus

Keluar

Created By Rinaldi Adiputra

Proses Pemesinan dan
Biaya Produksi
Mesin Press Panas Pneumatik
Berkas 2 Control Relay

Gambar 4.21 Tampilan Aplikasi

Dari gambar 4.21 dapat dilihat 8 parameter untuk input dan 10 output untuk hasil dari perhitungannya. Ada juga 3 command untuk mengeksekusi perintah yang akan digunakan. Pada 8 parameter untuk input diatas yang dibutuhkan adalah kedalaman potong, diameter, kecepatan potong, jumlah gigi, gerak makan, panjang awal, panjang pemotongan benda kerja, dan panjang akhir. Sedangkan hasil yang didapat setelah memasukkan parameter diatas adalah 4 output untuk proses pemesinan dan 6 output untuk biaya produksi. Untuk output proses pemesinan antara lain adalah putaran mesin, panjang pemesinan, kecepatan makan, dan waktu potong, sedangkan untuk output biaya produksi antara lain adalah biaya material, biaya pemesinan, biaya operator, biaya bengkel, biaya tak terduga, dan biaya total. Dibawah ini akan diberikan contoh

penggunaan aplikasi untuk menghitung proses pemesinan pada *sliding plate*:

The screenshot shows a software application window titled "untitled". On the left, there is a menu with options: Sliding Plate, Top Pneumatik Holder, Sliding Plate (selected), Base Plate, Pusher Plate, Pneumatik Holder, Rangka Mesin, Top Heater Cover, and Bottom Heater Cover. Below the menu, there are input fields for various parameters: d (mm) = 20, vc (m/min) = 36.58, Z = 4, f (mm/rev) = 0.4, lv (mm) = 2, lw (mm) = 120, and ln (mm) = 10. In the center, there is a technical drawing of a sliding plate with dimensions: 120x100, 16, 44, 17, 16, 34, 12, and 10. To the right of the drawing, there are input fields for n (rpm) = 530.73, lt (mm) = 132, vf (mm/min) = 760, and tc (min) = 0.17. On the far right, there is a section titled "Biaya Produksi" (Production Cost) with output boxes for: Biaya Material (Rp) = 126600, Biaya Pemesinan (Rp) = 7085.33, Biaya Operator (Rp) = 4251.2, Biaya Bengkel (Rp) = 11336.5, Biaya Tak Terduga (Rp) = 6896.83, and Biaya Total (Rp) = 144833. At the bottom right, there is a button labeled "Hitung" (Calculate) and another labeled "Keluar" (Exit). A small text box at the bottom right says "Created By Rinaldi Adiputra".

Gambar 4.22 Tampilan Perhitungan facing dan biaya produksi pada *sliding plate*

Dari gambar 4.22 diatas untuk menggunakan aplikasi ini pertama dipilih terlebih dahulu komponen apa yang ingin dikerjakan pada kiri atas, disini dipilih *sliding plate*. Selanjutnya memilih proses apa yang akan dilakukan, ada 2 pilihan yaitu *milling* dan *drilling*, disini dipilih proses *milling*. Setelah itu nilai parameter dimasukkan semuanya kedalam program, selanjutnya program perhitungan dimulai dengan menekan tombol Hitung. Lalu setelah itu hasil perhitungan akan muncul di 4 kotak output proses pemesinan dan 6 kotak output biaya produksi, Lalu akan keluar juga gambar komponen yang dikerjakan. Ada juga tombol

hapus yang berfungsi jika kita salah memasukkan angka, dan keluar jika kita ingin keluar dari program ini.

Proses Pemesinan

2	a (mm)	2122.9	n (rpm)
5	d (mm)	125	lt (mm)
36.58	vc (m/min)	600	vf (mm/min)
4	z	0.21	tc (min)
0.1	f (mm/rev)		
2	lv (mm)		
120	lw (mm)		
3	ln (mm)		

Biaya Produksi

126600	Biaya Material (Rp)
6709.59	Biaya Pemesinan (Rp)
4025.76	Biaya Operator (Rp)
10735.3	Biaya Bengkel (Rp)
6866.77	Biaya Tak Terduga (Rp)
144202	Biaya Total (Rp)

Created By Rinaldi Adiputra

Proses Pemesinan dan Biaya Produksi Mesin Press Panas Pneumatik Berbasis 2 Control Relay

Gambar 4.23 Tampilan Perhitungan endmill dan biaya produksi pada sliding plate

Dari gambar 4.23 diatas untuk menggunakan aplikasi ini pertama dipilih terlebih dahulu komponen apa yang ingin dikerjakan pada kiri atas, disini dipilih *sliding plate*. Selanjutnya memilih proses apa yang akan dilakukan, ada 2 pilihan yaitu *milling* dan *drilling*, disini dipilih proses *milling*. Setelah itu nilai parameter dimasukkan semuanya kedalam program, selanjutnya program perhitungan dimulai dengan menekan tombol Hitung. Lalu setelah itu hasil perhitungan akan muncul di 4 kotak output proses pemesinan dan 6 kotak output biaya produksi, Lalu akan keluar juga gambar komponen yang dikerjakan. Ada juga tombol hapus yang berfungsi jika kita salah memasukkan angka, dan

keluar juga gambar komponen yang dikerjakan. Ada juga tombol hapus yang berfungsi jika kita salah memasukkan angka, dan keluar jika kita ingin keluar dari program ini. Dengan menggunakan software ini dapat memudahkan dalam melakukan perhitungan karena hanya dengan memasukkan parameter-parameter proses pemesinan sudah dapat diketahui nilai biaya dari suatu proses pengerjaan sebuah komponen. Untuk mengerjakan komponen lain tahapannya sama yaitu dapat mengganti pilihan komponen di kiri atas ke komponen yang lain dan memasukkan parameter proses pemesinannya. Untuk contoh hasil perhitungan semua operasi pemesinan pada *sliding plate* bisa dilihat pada tabel 4.22.

Tabel 4.22 Hasil perhitungan software pada *sliding plate*

NO	Operasi Pemesinan	Kondisi Pemotongan										Kecepatan makan dan waktu potong		Biaya Total	
		a (mm)	d (mm)	vc (m/min)	z	n (rpm)	f (mm/rev)	lv (mm)	lw (mm)	ln (mm)	lt (mm)	vf (mm/min)	tc (min)		
1	Facing Ø20mm (6x, 2 sisi)	2	20	36,58	4	530,7	475	0,4	2	120	10	132	760	0,17	Rp. 228.600
2	Endmill Ø5mm (4 sisi)	2,5	5	36,58	4	2123	1500	0,1	2	120	3	125	600	0,21	Rp. 168.600
3	Drilling Ø10mm (7 Lubang)	5	10	24	2	764,3	750	0,1	2	12	3	17	150	0,25	Rp. 179.100
4	Drilling Ø17mm (4 Lubang)	8,5	17	24	2	449,6	375	0,175	2	12	4	18	131,25	0,34	Rp. 167.400
5	Drilling Ø20mm (2 Lubang)	10	20	24	2	382,1	375	0,175	2	12	6	20	131,25	0,364	Rp. 148.200
6	Facemill Ø20mm (6x, 2 sisi)	0,2	20	36,58	4	582,4	600	0,1	2	120	10	132	240	0,55	Rp. 256.600
7	Endmill Ø5mm (4 sisi)	0,2	5	36,58	4	2330	1500	0,025	2	120	3	125	150	0,83	Rp. 192.600

4.9 Evaluasi Proses Pemesinan secara teori dengan aktual

4.9.1 Evaluasi Proses Face Milling dan End Milling

Pada proses *face milling* dan *end milling* ada beberapa variabel yang bisa ditentukan sendiri namun masih terdapat batasannya yaitu kedalaman potong. Pada tugas akhir ini kedalaman potong berkisar 2mm, namun bisa dilakukan dengan kedalaman potong berapapun. Semakin kecil kedalaman potong maka semakin baik kualitas produk dan juga umur pahat yang digunakan akan semakin lama, jika makin besar kedalaman potong maka umur pahat semakin kecil.

4.9.2 Evaluasi Proses Drilling

Pada proses *drilling* yang dilakukan didalam tugas akhir ini yaitu dengan tidak mengerjakan proses *drilling* dalam satu kali proses *drilling*, misalnya pembuatan lubang sedalam 10mm proses *drilling* tidak langsung melubangi sekaligus 10mm tetapi dengan melubangi 5mm secara berkelanjutan sampai mencapai kedalaman 10mm. Pembuatan kedalaman proses *drilling* tidak harus 5mm, hal ini dilakukan dengan tujuan untuk memperkecil keausan yang cepat pada mata bor serta memberikan kualitas proses *drilling* yang lebih bagus karena bila dilakukan dalam sekali jalan kemungkinan besar mata bor akan terdeformasi karena temperatur panas sehingga hasil dari proses *drilling* tidak bisa lurus tetapi berbelok sedikit. Hal ini akan berakibat fatal bila dilakukan untuk pembuatan komponen yang membutuhkan tingkat presisi yang tinggi.

4.9.3 Perbandingan Dimensi Teori dan Dimensi Aktual

Suatu komponen mesin mempunyai karakteristik geometrik yang ideal apabila komponen tersebut sesuai dengan apa yang dikehendaki, mempunyai ukuran yang teliti, bentuk yang sempurna, dan permukaan yang halus, tetapi dalam hal ini yang akan dibahas yaitu pada ukuran atau dimensi yang teliti.

Dalam kondisi sebenarnya tidak mungkin suatu komponen dibuat dengan karakteristik yang ideal. Suatu hal yang tidak dapat dihindari akan terjadi yaitu timbulnya penyimpangan selama proses pembuatan sehingga akhirnya produk tidak mempunyai geometrik yang ideal. Salah satu penyimpangan yaitu kesalahan atau penyimpangan dalam proses pengukuran.

Pengukuran merupakan proses yang mencakup tiga hal yaitu benda ukur, alat ukur, dan pengamat. Jika adanya kesalahan pada salah satu hal ini bisa dikatakan bahwa pengukuran tersebut memberikan hasil pengukuran yang tidak absolut. Penyimpangan yang biasa terjadi adalah penyimpangan yang berasal dari pengamat, penyimpangan ini dapat berasal dari cara meraka mengukur yang dipengaruhi oleh pengalaman, keahlian,

kemampuan, dan keterampilan. Tidak hanya karena kesalahan kosinus, dalam penentuan kedalaman potong misalnya pada mesin sudah ditentukan kedalaman potong 2mm tetapi pada saat pengerjaan tidak tepat 2mm. Berikut adalah perbedaan dimensi teori dengan dimensi aktual pada mesin press panas pneumatik yang dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4.23 Perbandingan Dimensi Teori dengan Aktual

No	Komponen	Dimensi Teori			Dimensi Aktual			Selisih (-)		
		P	L	T	P	L	T	P	L	T
1	Top Pneumatik Holder	75	75	8	75.4	75.2	75.3	0,4	0,2	0,3
2	Sliding Plate	120	100	12	120.2	120.5	20.7	0,2	0,5	0,7
3	Base Plate	345	210	20	345.2	210.1	20.3	0,2	0,1	0,3
4	Pusher Plate	150	120	12	150.4	120	12	0,4	0	0
5	Pneumatik Holder I	120	83	20	120.2	83.1	20	0,2	0,1	0
6	Pneumatik Holder II	160	84	12	160	84.5	12	0	0,5	0
7	Rangka Mesin I	100	94	14	100	94.6	14	0	0,6	0
8	Rangka Mesin II	248	173	14	248.4	173	14	0,4	0	0
9	Top Heater Cover	134	100	12	134.1	100	12.1	0,1	0	0,1
10	Bottom Heater Cover	154	120	12	154.3	120.5	12	0,3	0,5	0
					Total			2,2	2,5	1,4

Pada tabel 4.23 didapatkan total selisih dimensi sebesar - 2,2mm, -2,5mm, -1,4mm. Nilai minus (-) menunjukkan kalau ukuran aktual masih kurang ketelitiannya sehingga volume aktual lebih besar dari teori, hal ini akan memberikan harga material yang lebih besar dari harga teorinya. Harga material untuk selisih dari dimensi teori dengan aktual adalah:

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 2.2\text{mm} \times 2.5\text{mm} \times 0.45\text{mm} \\ &= 2.475 \text{ mm}^3 = 24.75 \times 10^{-10} \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa} &= 24.75 \times 10^{-10} \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/ m}^3 \\ &= 19.4287 \times 10^{-6} \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga Material} &= 19.4287 \times 10^{-6} \text{ kg} \times \text{Rp. } 60.000/\text{kg} \\ &= \text{Rp. } 1.14\end{aligned}$$

Jadi total biaya material yang tidak seharusnya ada yaitu Rp. 1.14,- biaya ini masih terbilang kecil, namun bila produk tersebut diproduksi massal maka biaya yang seharusnya tidak dipermasalahakan akan menjadi masalah jika diproduksi massal.

4.9.4 Perbandingan Waktu Pemesinan Software dan Waktu Pemesinan Aktual

Dalam pembuatan suatu komponen pastinya akan diketahui parameter pemotongan seperti kecepatan potong, kecepatan makan, kedalaman potong, dan lain-lain. Semua parameter itu dicari dan diketahui untuk mendapatkan waktu pemotongan untuk menghasilkan suatu komponen, untuk waktu pemesinan atau waktu pemotongan teori dan software didapatkan dengan rumus yang sama sehingga hasil dari waktu teori dan software cenderung sama. Sedangkan waktu software dan waktu aktual bisa jadi berbeda karena waktu pemesinan aktual didapat tidak dengan menggunakan rumus tetapi berdasarkan kejadian real di lapangan. Berikut adalah perbedaan waktu pemesinan software dengan waktu pemesinan aktual pada mesin press panas pneumatik yang dapat dilihat pada tabel 4.24.

Tabel 4.24 Perbandingan Waktu pemesinan Teori/Software dengan Aktual

No	Komponen	Waktu Software	Waktu Aktual	Selisih (-)
		tc (menit)	tc (menit)	tc (menit)
1	Top Pneumatik Holder	12.87	14.87	2
2	Sliding Plate	16.63	17.84	1,21
3	Base Plate	45.4	46.4	1
4	Pusher Plate	16.35	18.37	2,02
5	Pneumatik Holder	28.31	30.32	2,01
6	Rangka Mesin	37.74	38.76	1,02
7	Top Heater Cover	18.33	19.32	0,99
8	Bottom Heater Cover	16.6	17.52	0,92
			Total	11,17

Pada tabel 4.24 didapatkan total selisih waktu pemesinan sebesar -11,17 menit. Nilai minus (-) menunjukkan kalau waktu aktual lebih besar dari waktu software atau waktu teori, ini terjadi dikarenakan pada waktu aktual kedalaman potong yang digunakan tidak sama dengan waktu teori atau software, pada waktu software kedalaman potong yang digunakan adalah selalu ideal 2mm, tetapi nyatanya kedalaman potong yang digunakan tidak selalu 2mm melainkan bisa lebih besar atau lebih kecil dari 2mm, hal ini bisa terjadi karena adanya kesalahan setting atau pengerjaan dari operatornya. Lalu putaran mesin pada waktu teori adalah putaran mesin tanpa beban tetapi nyatanya pada waktu aktual putaran mesin akan mendapatkan beban dari benda kerja yang dikerjakan sehingga membuat putaran mesin pada waktu aktual semakin lambat. Hal ini otomatis juga akan mempengaruhi kecepatan makan karena semakin kecil putaran mesin maka kecepatan makan juga akan semakin kecil, sehingga waktu aktual cenderung jauh lebih besar dari waktu teori atau software.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

LAMPIRAN

Tabel A₁. Konversi Satuan

TABLE. 1 Conversion Factors	
Area	
1 mm ² = 1.0 × 10 ⁻⁶ m ²	1 ft ² = 144 in. ²
1 cm ² = 1.0 × 10 ⁻⁴ m ² = 0.1550 in. ²	1 in. ² = 6.4516 cm ² = 6.4516 × 10 ⁻⁴ m ²
1 m ² = 10.7639 ft ²	1 ft ² = 0.092 903 m ²
Conductivity	
1 W/m-K = 1 J/s-m-K	
= 0.577 789 Btu/h-ft-R	1 Btu/h-ft-R = 1.730 735 W/m-K
Density	
1 kg/m ³ = 0.06242797 lbm/ft ³	1 lbm/ft ³ = 16.018 46 kg/m ³
1 g/cm ³ = 1000 kg/m ³	
1 g/cm ³ = 1 kg/L	
Energy	
1 J = 1 N-m = 1 kg-m ² /s ²	
1 J = 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft = 1.355 818 J
1 cal (Int.) = 4.1868 J	= 1.28507 × 10 ⁻³ Btu
	1 Btu (Int.) = 1.055 056 kJ
1 erg = 1.0 × 10 ⁻⁷ J	= 778.1693 lbf-ft
1 eV = 1.602 177 33 × 10 ⁻¹⁹ J	
Force	
1 N = 0.224809 lbf	1 lbf = 4.448 222 N
1 kp = 9.80665 N (1 kgf)	
Gravitation	
g = 9.80665 m/s ²	g = 32.17405 ft/s ²
Heat capacity, specific entropy	
1 kJ/kg-K = 0.238 846 Btu/lbm-R	1 Btu/lbm-R = 4.1868 kJ/kg-K
Heat flux (per unit area)	
1 W/m ² = 0.316 998 Btu/h-ft ²	1 Btu/h-ft ² = 3.15459 W/m ²
Heat transfer coefficient	
1 W/m ² -K = 0.176 11 Btu/h-ft ² -R	1 Btu/h-ft ² -R = 5.67826 W/m ² -K
Length	
1 mm = 0.001 m = 0.1 cm	1 ft = 12 in.
1 cm = 0.01 m = 10 mm = 0.3970 in.	1 in. = 2.54 cm = 0.0254 m
1 m = 3.28084 ft = 39.370 in.	1 ft = 0.3048 m
1 km = 0.621 371 mi	1 mi = 1.609344 km
1 mi = 1609.3 m (US statute)	1 yd = 0.9144 m

Tabel A₂. Konversi Satuan

TABLE (Continued) Conversion Factors	
Specific kinetic energy (V^2)	
1 $\text{m}^2/\text{s}^2 = 0.001 \text{ kJ/kg}$	1 $\text{ft}^2/\text{s}^2 = 3.9941 \times 10^{-5} \text{ Btu/lbm}$
1 $\text{kJ/kg} = 1000 \text{ m}^2/\text{s}^2$	1 $\text{Btu/lbm} = 25037 \text{ ft}^2/\text{s}^2$
Specific potential energy (Zg)	
1 $\text{m} \cdot g_{\text{std}} = 9.80665 \times 10^{-3} \text{ kJ/kg}$	1 $\text{ft} \cdot g_{\text{std}} = 1.0 \text{ lbf} \cdot \text{ft}/\text{lbm}$
$= 4.21607 \times 10^{-3} \text{ Btu/lbm}$	$= 0.001285 \text{ Btu/lbm}$
	$= 0.002989 \text{ kJ/kg}$
Specific volume	
1 $\text{cm}^3/\text{g} = 0.001 \text{ m}^3/\text{kg}$	
1 $\text{cm}^3/\text{g} = 1 \text{ L/kg}$	
1 $\text{m}^3/\text{kg} = 16.01846 \text{ ft}^3/\text{lbm}$	1 $\text{ft}^3/\text{lbm} = 0.062428 \text{ m}^3/\text{kg}$
Temperature	
1 $\text{K} = 1^\circ\text{C} = 1.8 \text{ R} = 1.8 \text{ F}$	1 $\text{R} = (5/9) \text{ K}$
$\text{TC} = \text{TK} - 273.15$	$\text{TF} = \text{TR} - 459.67$
$= (\text{TF} - 32)/1.8$	$= 1.8 \text{ TC} + 32$
$\text{TK} = \text{TR}/1.8$	$\text{TR} = 1.8 \text{ TK}$
Universal Gas Constant	
$R = N_0 k = 8.31451 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$	$R = 1.98589 \text{ Btu/lbmol} \cdot \text{R}$
$= 1.98589 \text{ kcal/kmol} \cdot \text{K}$	$= 1545.36 \text{ lbf} \cdot \text{ft}/\text{lbmol} \cdot \text{R}$
$= 82.0578 \text{ atm} \cdot \text{L}/\text{kmol} \cdot \text{K}$	$= 0.73024 \text{ atm} \cdot \text{ft}^3/\text{lbmol} \cdot \text{R}$
	$= 10.7317 (\text{lbf}/\text{in}^2) \cdot \text{ft}^3/\text{lbmol} \cdot \text{R}$
Velocity	
1 $\text{m/s} = 3.6 \text{ km/h}$	1 $\text{ft/s} = 0.681818 \text{ mi/h}$
$= 3.28084 \text{ ft/s}$	$= 0.3048 \text{ m/s}$
$= 2.23694 \text{ mi/h}$	$= 1.09728 \text{ km/h}$
1 $\text{km/h} = 0.27778 \text{ m/s}$	1 $\text{mi/h} = 1.46667 \text{ ft/s}$
$= 0.91134 \text{ ft/s}$	$= 0.44704 \text{ m/s}$
$= 0.62137 \text{ mi/h}$	$= 1.609344 \text{ km/h}$
Volume	
1 $\text{m}^3 = 35.3147 \text{ ft}^3$	1 $\text{ft}^3 = 2.831685 \times 10^{-2} \text{ m}^3$
1 $\text{L} = 1 \text{ dm}^3 = 0.001 \text{ m}^3$	1 $\text{in}^3 = 1.6387 \times 10^{-5} \text{ m}^3$
1 $\text{Gal (US)} = 3.785412 \text{ L}$	1 $\text{Gal (UK)} = 4.546090 \text{ L}$
$= 3.785412 \times 10^{-3} \text{ m}^3$	1 $\text{Gal (US)} = 231.00 \text{ in}^3$

Tabel A₃. Konversi Satuan

TABLE (Continued) Conversion Factors			
Mass			
1 kg	= 2.204 623 lbm	1 lbm	= 0.453 592 kg
1 tonne	= 1000 kg	1 slug	= 14.5939 kg
1 grain	= 6.47989×10^{-5} kg	1 ton	= 2000 lbm
Moment (torque)			
1 N-m	= 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft	= 1.355 818 N-m
Momentum (mV)			
1 kg-m/s	= 7.232 94 lbm-ft/s	1 lbm-ft/s	= 0.138 256 kg-m/s
	= 0.224809 lbf-s		
Power			
1 W	= 1 J/s = 1 N-m/s	1 lbf-ft/s	= 1.355 818 W
	= 0.737 562 lbf-ft/s		= 4.626 24 Btu/h
1 kW	= 3412.14 Btu/h	1 Btu/s	= 1.055 056 kW
1 hp (metric)	= 0.735 499 kW	1 hp (UK)	= 0.7457 kW
			= 550 lbf-ft/s
			= 2544.43 Btu/h
1 ton of		1 ton of	
refrigeration	= 3.516 85 kW	refrigeration	= 12 000 Btu/h
Pressure			
1 Pa	= 1 N/m ² = 1 kg/m-s ²	1 lbf/in. ²	= 6.894 757 kPa
1 bar	= 1.0×10^5 Pa = 100 kPa		
1 atm	= 101.325 kPa	1 atm	= 14.695 94 lbf/in. ²
	= 1.01325 bar		= 29.921 in. Hg [32 F]
	= 760 mm Hg [0°C]		= 33.899 5 ft H ₂ O [4°C]
	= 10.332 56 m H ₂ O [4°C]	1 psi	= 0.068 95 bar
1 torr	= 1 mm Hg [0°C]	1 in. Hg [0°C]	= 0.49115 lbf/in. ²
1 mm Hg [0°C]	= 0.133 322 kPa	1 in. H ₂ O [4°C]	= 0.036126 lbf/in. ²
1 m H ₂ O [4°C]	= 9.806 38 kPa		
Specific energy			
1 kJ/kg	= 0.42992 Btu/lbm	1 Btu/lbm	= 2.326 kJ/kg
	= 334.55 lbf-ft/lbm	1 lbf-ft/lbm	= 2.98907×10^{-3} kJ/kg
			= 1.28507×10^{-3} Btu/lbm

Tabel B₁. Kecepatan Potong & sudut mata bor pada proses drilling

MATERIAL	CUTTING SPEEDS 1.		POINT ANGLE	LIP CLEARANCE
	(METERS/MINUTE) MPM	(FEET/MINUTE) FPM		
Aluminum And Alloys	61.00 - 91.50	200 - 300	90 - 130 deg	12 - 15 deg
Armor Plate	12.20 - 18.25	40 - 50	135 - 140 deg	6 - 9 deg
Brass	61.00 - 91.50	200 - 300	118 - 118 deg	12 - 15 deg
Bronze	61.00 - 91.50	200 - 300	110 - 118 deg	12 - 15 deg
Bronze, High Tensile	21.35 - 45.75	70 - 150	100 - 110 deg	12 - 15 deg
Cast Iron, Soft	30.50 - 45.75	100 - 150	90 - 100 deg	12 - 15 deg
Cast Iron, Medium	21.35 - 30.50	70 - 100	100 - 110 deg	12 - 15 deg
Cast Iron, Hard	21.35 - 30.50	70 - 100	100 - 118 deg	8 - 12 deg
Cast Iron, Chilled	9.15 - 12.20	30 - 40	118 - 135 deg	5 - 9 deg
Copper	61.00 - 91.50	200 - 300	100 - 118 deg	12 - 15 deg
Copper Graphite Alloy (Carbon Drills)	18.30 - 21.35	60 - 70	**_**	**_**
Glass (Carbon Drills)	6.10 - 9.15	20 - 30	**_**	**_**
Iron, Malleable	15.25 - 27.45	50 - 90	90 - 100 deg	12 - 15 deg
Magnesium And Alloys	76.25 - 122.0	250 - 400	70 - 118 deg	12 - 15 deg
Monel Nickel	4.15 - 15.28	30 - 50	118 - 125 deg	10 - 12 deg
Nickel Alloys	12.20 - 18.30	40 - 60	135 - 140 deg	5 - 7 deg
Plastic, Hot Set	30.50 - 91.50	100 - 300	60 - 90 deg	10 - 12 deg
Plastic, Cold Set	30.50 - 91.50	100 - 300	118 - 135 deg	12 - 20 deg
Steel, Low Carbon, 0.2-0.3ct	24.40 - 33.55	80 - 110	110 - 118 deg	7 - 9 deg
Steel, Medium Carbon 0.4-0.5c	21.35 - 24.40	70 - 80	118 - 125 deg	7 - 9 deg
Steel (High Carbon 1.2c)	15.25 - 18.30	50 - 60	118 - 145 deg	7 - 9 deg
Steel, Forged	15.25 - 18.30	50 - 60	118 - 145 deg	7 - 12 deg
Steel, Alloy	15.25 - 21.35	50 - 70	118 - 125 deg	10 - 12 deg
Steel, Alloy 300 To 400 Brinell	6.10 - 9.15	20 - 30	130 - 140 deg	7 - 10 deg
Steel, Stainless, Free Machining	9.15 - 24.40	30 - 80	110 - 118 deg	8 - 12 deg
Steel, Stainless, Hard	4.57 - 15.25	15 - 50	118 - 135 deg	6 - 8 deg
Steel, Manganese	3.66 - 4.57	12 - 15	140 - 150 deg	7 - 10 deg
Stone (Carbide Drills)	7.63 - 9.15	25 - 30	**_**	**_**
Wood	91.50 - 122.2	300 - 400	60 - 70 deg	10 - 15 deg

Tabel B₂. Besarnya pemakanan berdasarkan diameter mata bor

<i>Diameter Mata Bor (mm)</i>	<i>Besarnya pemakanan dalam satu kali putaran (mm)</i>
0-2	0,025 – 0,050
3-6	0,050 – 0,100
6-12	0,100 – 0,175
12-25	0,175 – 0,375
25- dan seterusnya	0,375 – 0,675

```

% --- Executes on button press in Hitung.
function Hitung_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to Hitung (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a
future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user
data (see GUIDATA)
a = str2num(get(handles.edit1, 'String'));
d = str2num(get(handles.edit2, 'String'));
vc= str2num(get(handles.edit3, 'String'));
z = str2num(get(handles.edit4, 'String'));
f = str2num(get(handles.edit5, 'String'));
lv =str2num(get(handles.edit6, 'String'));
lw =str2num(get(handles.edit7, 'String'));
ln =str2num(get(handles.edit8, 'String'));
n = (vc*1000)/(pi*d);
lt= lv+lw+ln;
set(handles.edit9, 'String', n);
set(handles.edit10, 'String', lt);
vf=f*n*z;
tc=lt/vf;
set(handles.edit11, 'String', vf);
set(handles.edit12, 'String', tc);
biaya_pemesinan=tc*50000;
set(handles.edit15, 'string', biaya_pemesinan)
;
biaya_operator=tc*2*15000;
set(handles.edit16, 'string', biaya_operator);
biaya_bengkel=biaya_pemesinan+biaya_operator
;
set(handles.edit17, 'string', biaya_bengkel);
mode = handles.mode;
if mode ==1
biaya_material = 0.6*60000;
biaya_material = num2str(biaya_material);

```

```

set
(handles.edit14, 'string', biaya_material);
biaya_tak_terduga =
0.05*(biaya_bengkel+36000);
set(handles.edit18, 'string', biaya_tak_terduga);
biaya_tot =
36000+biaya_bengkel+biaya_tak_terduga;
set(handles.edit19, 'string', biaya_tot);
image = imread('gambar1.jpg');
imshow(image);
end
if mode ==2
biaya_material = 2.11*60000;
biaya_material = num2str(biaya_material);
set
(handles.edit14, 'string', biaya_material);
biaya_tak_terduga =
0.05*(biaya_bengkel+126600);
set(handles.edit18, 'string', biaya_tak_terduga);
biaya_tot =
126600+biaya_bengkel+biaya_tak_terduga;
set(handles.edit19, 'string', biaya_tot);
image = imread('gambar2.jpg');
imshow(image);
end
if mode ==3
biaya_material = 15.16*60000;
biaya_material = num2str(biaya_material);
set
(handles.edit14, 'string', biaya_material);
biaya_tak_terduga =
0.05*(biaya_bengkel+909600);
set(handles.edit18, 'string', biaya_tak_terduga);

```

```

biaya_tot =
909600+biaya_bengkel+biaya_tak_terduga;
set(handles.edit19,'string',biaya_tot);
image = imread('gambar3.jpg');
imshow(image);
end
if mode ==4
biaya_material = 1.96*60000;
biaya_material = num2str(biaya_material);
set
(handles.edit14,'string',biaya_material);
biaya_tak_terduga =
0.05*(biaya_bengkel+117600);
set(handles.edit18,'string',biaya_tak_terduga);
biaya_tot =
117600+biaya_bengkel+biaya_tak_terduga;
set(handles.edit19,'string',biaya_tot);
image = imread('gambar4.jpg');
imshow(image);
end
if mode ==5
biaya_material = 4.70*60000;
biaya_material = num2str(biaya_material);
set
(handles.edit14,'string',biaya_material);
biaya_tak_terduga =
0.05*(biaya_bengkel+282000);
set(handles.edit18,'string',biaya_tak_terduga);
biaya_tot =
282000+biaya_bengkel+biaya_tak_terduga;
set(handles.edit19,'string',biaya_tot);
image = imread('gambar5.jpg');
imshow(image);
end

```



```

if mode ==6
biaya_material = 11.96*60000;
biaya_material = num2str(biaya_material);
set
(handles.edit14,'string',biaya_material);
biaya_tak_terduga =
0.05*(biaya_bengkel+717600);
set(handles.edit18,'string',biaya_tak_terduga);
biaya_tot =
717600+biaya_bengkel+biaya_tak_terduga;
set(handles.edit19,'string',biaya_tot);
image = imread('gambar6.jpg');
imshow(image);
end
if mode ==7
biaya_material = 5.51*60000;
biaya_material = num2str(biaya_material);
set
(handles.edit14,'string',biaya_material);
biaya_tak_terduga =
0.05*(biaya_bengkel+330600);
set(handles.edit18,'string',biaya_tak_terduga);
biaya_tot =
330600+biaya_bengkel+biaya_tak_terduga;
set(handles.edit19,'string',biaya_tot);
end
if mode ==8
biaya_material = 3.26*60000;
biaya_material = num2str(biaya_material);
set
(handles.edit14,'string',biaya_material);
biaya_tak_terduga =
0.05*(biaya_bengkel+195600);

```

```
set(handles.edit18,'string',biaya_tak_terduga);  
a);  
biaya_tot =  
195600+biaya_bengkel+biaya_tak_terduga;  
set(handles.edit19,'string',biaya_tot);  
end
```

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari perhitungan proses pemesinan dan biaya produksi Mesin Press Panas Pneumatik berbasis 2 *Control Relay* ini didapat:

1. Setelah dilakukan perhitungan proses pemesinan & biaya produksi didapat harga jual mesin adalah Rp. 9.406.529 dengan waktu pengerjaan 15,17 jam.
2. Waktu pembuatan adalah selama 15,17 jam, waktu itu sudah termasuk cepat karena hanya dikerjakan 2 orang operator.
3. Dari pembuatan program Matlab GUI dihasilkan aplikasi yang dapat membantu dan mempercepat perhitungan proses pemesinan dan biaya produksi mesin press panas pneumatik berbasis 2 *control relay* yang tampilannya dapat dilihat pada halaman 68 dan m-file pada lampiran.
4. Perbandingan biaya pembuatan komponen dengan dimensi dari desain dan aktual didapatkan perbedaan biaya material sebesar Rp. 1.14.
5. Perbandingan waktu pemesinan teoritis dengan aktual didapatkan perbedaan 11.17 menit, dimana waktu pemesinan aktual lebih lama dibandingkan waktu pemesinan teoritis.

5.2. Saran

1. Dalam penelitian ini aplikasi hasil pemrograman matlab yang digunakan hanya bisa memproses satu operasi pemesinan setiap tahap, untuk penelitian selanjutnya jika bisa dapat digunakan pemrograman yang bisa melakukan semua operasi pemesinan pada setiap tahap yang dilakukan.
2. Untuk penelitian selanjutnya saat pengukuran waktu aktual bisa digunakan alat ukur yang lebih akurat seperti

stopwatch untuk waktu pemesinan dan tachometer untuk putaran mesinnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Djuniardi, Galih. 2011. *Analisa Proses Pemesinan & Biaya Pembuatan Flexible Fixture*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
2. Irianto, Nur Nugroho. 2010. *Analisa konstruksi dan kestabilan kontrol pada mesin Hot Press berbasis PLC*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
3. Nakula, Febryant Erdhi. Sakti, Arya Mahendra. 2014. *Analisa Mesin Press untuk tekanan 5 Bar*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
4. Rochim, Taufiq. 1993. *Teori & Teknologi Proses Pemesinan*. Jakarta: Proyek HEDS.
5. Saifuddin, M.2012. *Perhitungan Waktu dan biaya pembuatan Mesin Pengiris Umbi*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Veteran.
6. Schey, John A. 1987. *Introduction to Manufacturing Processes*. Michigan: Michigan University.
7. Takeshi, G. Sato, N. Sugiarto H. 1999. *Mechanical Drawing According to ISO Standards*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
8. Wicaksono, Raditya Adhi. 2011.*Analisa Proses Pemesinan dan Biaya Mesin Hot Press*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
9. Zahtiar, Ibnu Mahardi. 2011.*Analisa Proses Pemesinan & Biaya Produksi pada multi fixture*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, pada tanggal 23 September 1993 dari pasangan Adianto Mardijono dan Fauzia Siti Maimuna dengan nama R. Muhammad Rinaldi Adiputra. Penulis merupakan putra pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal dimulai dari SDN Dr. Sutomo VI Surabaya, SMPN 13 Surabaya, dan SMA Trimurti Surabaya.

Setelah lulus dari SMA tahun 2011, penulis mengikuti ujian masuk D3 ITS dan diterima sebagai mahasiswa di Jurusan D3 Teknik Mesin ITS Surabaya. Di D3 Teknik Mesin ITS penulis mengambil bidang studi manufaktur. Penulis juga pernah melakukan praktek kerja lapangan di PT. Semen Indonesia. Saat praktek kerja lapangan di PT. Semen Indonesia penulis ditempatkan di bagian maintenance pada mesin crusher pabrik tuban unit I. Setelah lulus dari D3 Teknik Mesin ITS Surabaya penulis melanjutkan jenjang lintas jalur S1 Teknik Mesin pada tahun 2014 sampai dengan tahun 2016.

Selama mengikuti kegiatan pembelajaran akademik penulis juga aktif dalam organisasi yang ada di dalam jurusan D3 Teknik Mesin yaitu staff Departemen KTTYME HMDM Tahun 2012-2013. Lalu pada tahun berikutnya diamanahi menjadi Kepala Departemen KTTYME HMDM Tahun 2013-2014. Penulis juga mengikuti kegiatan-kegiatan non akademik yang ada baik di dalam maupun diluar jurusan seperti pelatihan LKMM Pra TD, LKMM TD, Pelatihan jurnalistik dasar serta seminar-seminar yang ada di ITS dan kampus lain.